

Effets de la gestion des résidus de récolte sur les rendements et les bilans culturaux d'une rotation cotonnier-maïs-sorgho au Burkina Faso

B. Koulibaly¹, O. Traoré¹, D. Dakuo², P.N. Zombré³ & D. Bondé⁴

Keywords: Crops residues- Organic fertilization- Mineral fertilizer- Yield- Nutrient balance- Burkina Faso

Résumé

Un essai a été conduit de 1982 à 2006 dans l'objectif d'analyser les effets de la gestion des résidus de récolte sur les rendements et les bilans culturaux d'une rotation triennale coton-maïs-sorgho. Dans un dispositif expérimental en blocs simples non randomisés, la gestion extensive où les résidus sont exportés (T1) est comparée à la gestion semi-intensive (T2) et à la gestion intensive des résidus de récolte (T3) recyclés en compost et fumier, respectivement. Les rendements des cultures, l'évolution des propriétés chimiques du sol et les bilans culturaux ont été déterminés. Les résultats montrent que l'exploitation continue des terres affecte la plupart des caractéristiques chimiques du sol quelle que soit la gestion des résidus de récolte. Les teneurs en carbone ont baissé de 44%, 15% et 13% respectivement en gestion extensive (T1), gestion semi-intensive (T2) et gestion intensive (T3) des résidus de récolte. Le P total a chuté de 25% soit une perte annuelle de 1% sur tous les traitements. Avec l'exportation des résidus de récolte, les teneurs en Ca²⁺ ont baissé de 2,43 à 1,37 cmol+ kg⁻¹, celles en Mg²⁺ de 0,9 à 0,29 cmol+ kg⁻¹ ainsi que la Somme des Bases Echangeables qui est passée de 3,79 à 1,79 cmol+ kg⁻¹ en 25 ans. Le recyclage des résidus de récolte en compost (T2) et en fumier (T3) augmente les rendements respectivement de 13 et 22% sur coton, 45 et 60% sur maïs, 19 et 44% sur sorgho. Les bilans culturaux en N, P, K et S sont positifs mais la baisse générale de la fertilité des sols met en évidence des pertes de nutriments dues à l'érosion qui mériteraient d'être évaluées. L'étude recommande une gestion intégrée des résidus de récolte et l'utilisation du phosphate naturel pour assurer la durabilité des systèmes de culture coton-céréales.

Summary

Crops Residues Management Effects on Crops Yields and Mineral Balance in a Cotton-Maize-Sorghum Rotation in Burkina Faso

The effect of crop residues management on crops yields and nutrients balances in a cotton-cereals cropping system was studied in a long-term experiment carried out from 1982 to 2006. The experimental design was a simple nonrandomized blocks comparing extensive management of crops residues (T1), semi-intensive management of crops residues (T2) and intensive management of crops residues (T3).

Crops yields, soil chemical properties and mineral balances were measured. Results showed that after 25 years, soil carbon contents decrease was respectively 44%, 15% and 13%, with an extensive, semi-intensive and intensive management of crops residues. Total phosphorus decrease was 25% in all the treatments. Exchangeable Ca and Mg declined from 2.43 to 1.37 cmol+ kg⁻¹ and 0.9 to 0.29 cmol+ kg⁻¹ respectively while the Sum of Exchangeable Bases declined from 3.79 to 1.79 cmol+ kg⁻¹. Recycling crops residues to compost and manure increased cotton yields from 13 to 22 %, maize yields from 45 to 60 %, and sorghum yields from 19 to 44%. Mineral balance in N, P, K and S was improved after 25 years of continuous cultivation while using compost or manure. At the same time, the decline of soil properties was due to nutrients losses which need to be evaluated. This study recommends integrated crops residues management and the use of rock phosphate to improve sustainability in cotton-cereals cropping systems.

Introduction

La valorisation des résidus de récolte peut contribuer de façon déterminante à assurer le maintien de la fertilité des sols cultivés (10). Dans les zones

cotonnières du Burkina Faso, la mise en culture des sols est suivie d'une dégradation rapide de la fertilité qui se traduit par une acidification accentuée par

¹Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Programme coton 01 BP 208 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso.

Tél: (226) 20 97 21 05/70 23 90 05, Fax: (226) 20 97 01 59; E-mail: bazoumana@hotmail.com

E-mail: ouola.traore@coraf.org

²Société Burkinabé des Fibres Textiles (SOFITEX), BP 147, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. E-mail: ddakuo@yahoo.fr

³Unité de Formation des Sciences de la Vie et de la Terre (UFR/SVT), Laboratoire de biologie et écologie végétale, Université de Ouagadougou,

E-mail: prosper.zombre@univ-ouaga.bf

⁴Université polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB), Institut du Développement Rural (IDR), Département d'agronomie. E-mail: desire06bonde@yahoo.fr.

Reçu le 22.07.10 et accepté pour publication le 09.09.10.

l'utilisation quasi exclusive des engrais minéraux (19). La durabilité des systèmes de cultures repose sur la gestion rationnelle de la fertilité des sols (5, 7, 11). Berger *et al.* (1) ont proposé l'enfouissement direct des résidus au sol ou leur restitution sous forme de fumure organique pour maintenir la fertilité des sols cultivés. D'autres travaux précisent que le recyclage des résidus ou leur incorporation au sol combinée aux techniques de travail du sol et aux rotations des cultures, améliore certaines propriétés du sol tout en réduisant les phénomènes d'érosion (2, 18). Pourtant, dans les systèmes de production à base de coton et de céréales, les résidus de récolte sont brûlés ou pâturés, ce qui entraîne souvent des bilans minéraux déficitaires (3). Dans ces conditions, la matière organique du sol baisse rapidement du fait que sa minéralisation n'est pas compensée par les restitutions organiques adéquates (14).

Le maintien de la fertilité semble compromis par la mauvaise gestion des résidus de récolte et le coût de revient des engrais minéraux importés. De plus, le phosphate naturel extrait du gisement de Kodjari couramment appelé « Burkina phosphate » est peu utilisé par les producteurs (6, 9).

La présente étude vise à déterminer les effets de trois traitements associant la fumure minérale et les modes de gestion des résidus de récolte dans un système de rotation triennale coton-maïs-sorgho. En outre, elle intègre à la gestion des résidus de récolte, la valorisation du phosphate naturel, puis analyse l'influence des traitements comparés sur la nutrition minérale des cotonniers et les bilans culturaux dans ce système de culture au terme de 25 ans d'étude.

Matériels et méthode

Cette étude est implantée depuis 1982 sur la ferme expérimentale de Boni (3°26' de longitude Ouest,

11°32' de latitude Nord et 302 m d'altitude) sur un sol ferrugineux tropical. Le climat est du type sud-soudanien avec une saison pluvieuse allant de mai à octobre et une saison sèche de novembre à avril. La pluviométrie souvent mal répartie, est très irrégulière et varie de 723 à 1353 mm répartis sur 40 à 75 jours de pluie (Figure 1).

L'essai est conduit en blocs simples non randomisés, sur six hectares cultivés en rotation coton-maïs-sorgho à raison de deux hectares par culture et par année. Trois modes de gestion des résidus de récolte combinés à des apports de phosphate naturel (25% P₂O₅ et 35% CaO) et d'engrais minéraux sont comparés.

T1 - Gestion extensive des résidus de récolte. Les tiges de maïs et de sorgho sont pâturées ou exportées de la parcelle. Tous les trois ans sur le maïs, 300 kg.ha⁻¹ de phosphate naturel sont apportés au hersage.

T2 - Gestion semi-intensive des résidus de récolte. En moyenne 4 t.ha⁻¹ de tiges de sorgho sont recyclées en compost après 45 jours de broyage par 20 bœufs dans un parc où on apporte 300 kg de phosphate naturel. Ce compost est appliqué tous les trois ans sur le maïs à 6 t.ha⁻¹ et contient en moyenne: 28% de matière organique; 2,2% N; 1,9% P; 1,8% K et 0,3% S.

T3 - Gestion intensive des résidus de récolte. Les 4 t.ha⁻¹ de tiges de sorgho sont recyclées en fumier dans un parc d'hivernage sous l'action seule des eaux pluviées après 60 jours de broyage par 20 bœufs. Ce fumier de parc contient 28% de matière organique; 2,2% N; 1,1% P; 1,7% K et 0,3% S. Il est utilisé à 6 t.ha⁻¹ tous les trois ans sur le maïs avec 300 kg.ha⁻¹ de phosphate naturel.

Sur les traitements T2 et T3, les tiges de maïs sont

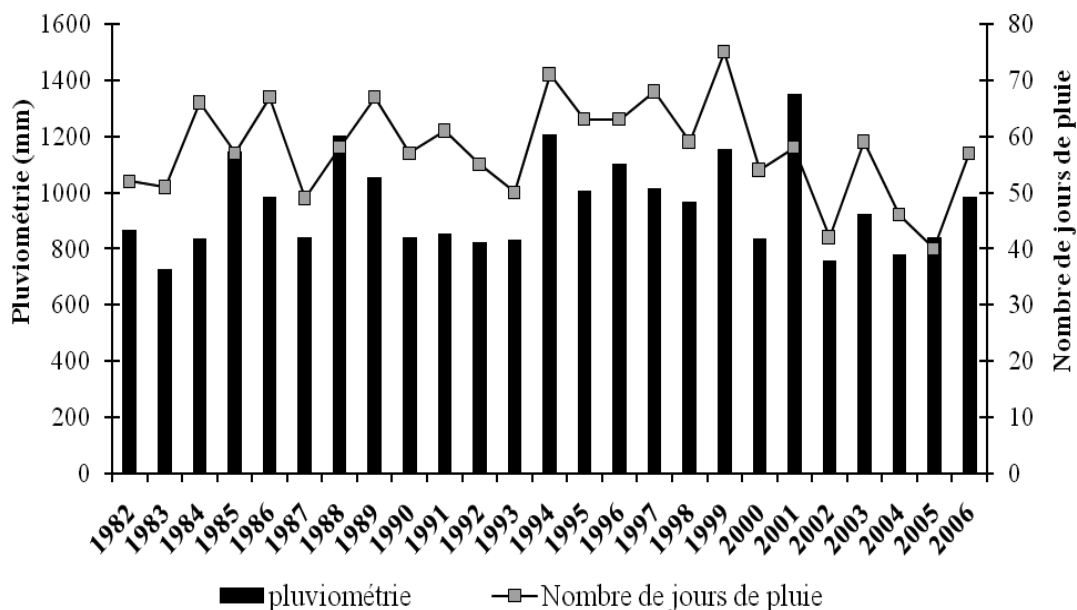


Figure 1: Pluviométrie et nombre de jours de pluie à Boni de 1982 à 2006.

enfouies au sol par un labour de fin d'hivernage tandis que les tiges de cotonniers sont coupées et brûlées en petits tas sur tous les traitements. La fertilisation minérale (engrais solubles et phosphate naturel) ramenée à l'année, apporte par hectare 46 N, 25 P, 48 K, 18 S et 1 B sur le cotonnier, 74 N, 25 P, 60 K sur le maïs, 46 N et 25 P sur le sorgho.

Les variétés de cotonnier, de maïs et de sorgho utilisées ont des potentiels de rendement respectifs de 3 à 4 t.ha⁻¹, 4 à 5 t.ha⁻¹ et 2 à 3 t.ha⁻¹.

Un labour du sol au tracteur à partir de mai précède les semis effectués du 20 mai au 10 juillet. Un démariage est pratiqué 15 jours après la levée afin de ramener les trois cultures à une densité théorique de 62.500 plants ha⁻¹. La lutte contre les mauvaises herbes est réalisée par des désherbages chimiques, manuels et mécaniques. La protection du cotonnier est assurée par les programmes de traitements insecticides vulgarisés.

Des échantillons de sol ont été prélevés sur les parcelles en coton pour suivre l'évolution du carbone, de l'azote, du phosphore (total et assimilable), des bases échangeables, de la CEC et du pH eau et pH KCl. Chaque année les rendements des trois cultures sont évalués. Un bilan cultural basé sur les apports par les fumures et les exportations minérales par les récoltes a été déterminé (8, 13).

Les logiciels STATITCF et XLSTAT 6.1.9 ont été utilisés pour l'analyse de variance des données et le test de Fisher pour la séparation des moyennes au seuil de probabilité de 5%.

Résultats

Evolution des caractéristiques chimiques des sols

Le tableau 1 montre que la plupart des caractéristiques chimiques des sols sont affectées par la durée d'exploitation du sol et ce, quelle que soit la gestion des résidus de récolte. Les teneurs initiales du sol en carbone variaient de 9,40 à 8,20 g.kg⁻¹. Après 25 années de mise en culture du sol, ces teneurs ont baissé de 44%, 15% et 13% respectivement en gestion extensive (T1), gestion semi-intensive (T2) et gestion intensive (T3) des résidus de récolte.

Les teneurs en azote du sol ont chuté de 44% avec la fumure minérale (T1) et de 34% avec l'association compost-fumure minérale (T2). Les teneurs en P total et en P assimilable du sol qui étaient initialement faibles ont baissé de façon drastique sur toutes les parcelles y compris celles amendées par le compost et le fumier. Le P total a chuté de 25% soit une perte annuelle de 1% sur tous les traitements. Les baisses les plus importantes ont été notées en gestion extensive des résidus sur les teneurs en Ca²⁺ (2,43 à 1,37 cmol+ kg⁻¹), en Mg²⁺ (0,9 à 0,29 cmol+ kg⁻¹) ainsi que la SBE qui est passée de 3,79 à 1,79 cmol+ kg⁻¹ en 25 ans. La baisse de la CEC qui est de l'ordre de 16% est modérée avec les apports de compost (T2) et de fumier (T3). Les valeurs du pH eau allant de 5,88

à 6,40 ainsi que celles du pH KCl ne laissent entrevoir aucune tendance d'acidification des sols suite à leur mise en culture.

Effets des fumures sur les rendements des cultures

Les modes de gestion des résidus de récolte n'ont pas eu d'effets significatifs sur les rendements du coton et du maïs pendant 12 ans de culture, ni sur ceux du sorgho pendant 15 ans (Tableau 2). Les restitutions au sol du compost (T2) et du fumier (T3) ont amélioré les rendements et de façon significative après 15 à 18 années selon les cultures. Par rapport au témoin sans aucune restitution organique (T1), l'augmentation des rendements en 25 ans avec l'apport de fumier (T3) a été de 22%, 60% et 44% sur le coton, le maïs et le sorgho, respectivement. L'accroissement des rendements dû à l'apport de compost a été de 13% sur le coton, 45% sur le maïs et 19% sur le sorgho. On observe avec la durée mise en culture des terres, une baisse du rendement des cultures quelle que soit la gestion des résidus de récolte. Cette baisse des rendements est accentuée par l'exportation des résidus de récolte.

Effets des fumures sur les bilans culturaux

Les bilans culturaux après 25 années d'étude sont présentés dans le tableau 3. Tous les traitements dégagent des bilans excédentaires sauf la fumure minérale seule (T1) qui affiche un déficit en potassium. L'enfouissement au sol des tiges de maïs et l'application du compost (T2) et du fumier (T3) permet des bilans azotés positifs de + 442 et + 624 kg.ha⁻¹ de N contre seulement + 88 kg.ha⁻¹ de N après l'exportation des résidus de récolte (T1). Le recyclage des tiges de sorgho en compost améliore le bilan en phosphore. L'exportation des résidus de récolte (T1) a entraîné un bilan potassique déficitaire de - 332 kg.ha⁻¹ de K tandis que le compost et le fumier (associés à la fumure minérale) ont des bilans excédentaires de + 132 à + 143 kg.ha⁻¹ de K. Comparativement à l'exportation des résidus de récolte, le recyclage de ces résidus en compost ou fumier améliore les bilans en soufre de 2,1 et 2,5 fois; respectivement.

Discussions

La baisse de la fertilité du sol est considérée comme une importante cause de la faible productivité des sols tropicaux (4, 11). La fumure minérale sans aucune restitution organique (T1) affecte davantage les caractéristiques chimiques du sol avec le nombre d'années de culture, ce qui dénote d'ailleurs les limites de cette fumure. Cette pratique correspond pourtant à celle qui prédomine dans les systèmes de culture coton-céréales et qui conduit généralement à l'épuisement des terres (4, 15). La baisse des teneurs en C total résulte de la minéralisation de la matière organique qui est de 2 à 4% par an (1). Outre

Tableau 1
Evolution des caractéristiques chimiques des sols sur l'horizon 0-20 cm au cours de leur mise en culture

Traitements	Durée de mise en culture du sol	g.kg ⁻¹			mg.kg ⁻¹					cmol+ kg ⁻¹					pH eau	pH KCl
		C	N	P. ass	P. tot	Ca++	Mg++	K+	Na+	SBE	CEC					
T1	1 an (1982)	9,40	0,85	-	240,00	2,43	0,9	0,36	0,04	3,79	5,81	6,35	5,4			
	6 ans (1986)	5,85	0,55	19,50	279,00	1,91	0,60	0,15	0,04	2,70	3,32	5,95	4,5			
	12 ans (1993)	5,55	0,37	10,07	120,80	1,95	0,43	0,10	0,05	2,65	4,11	5,88	-			
	18 ans (1999)	5,50	0,50	9,00	107,17	1,77	0,36	0,19	0,05	2,36	3,68	5,90	5,2			
	25 ans (2006)	5,24	0,40	6,72	185,89	1,37	0,29	0,11	0,03	1,79	2,55	6,26	5,51			
T2	1 an (1982)	8,50	0,79	-	265,00	2,16	0,81	0,44	0,11	3,52	6,08	6,10	5,00			
	6 ans (1986)	7,25	0,37	18,00	296,00	1,95	0,66	0,23	0,05	2,89	3,68	5,93	5,10			
	12 ans (1993)	7,10	0,28	12,63	170,20	2,43	0,62	0,14	0,08	3,37	5,00	5,94	-			
	18 ans (1999)	6,88	0,63	15,28	221,73	2,19	0,47	0,19	0,05	2,90	4,46	5,97	5,37			
	25 ans (2006)	6,56	0,52	7,87	199,01	1,50	0,33	0,12	0,03	1,99	3,82	6,27	5,38			
T3	1 an (1982)	8,20	0,68	-	217,00	2,31	0,91	0,40	0,04	3,66	5,32	6,40	5,60			
	6 ans (1986)	5,60	0,327	18,50	235,00	2,16	0,76	0,21	0,04	3,20	3,70	6,08	5,15			
	12 ans (1993)	6,30	0,24	12,07	125,25	2,71	0,77	0,49	0,05	3,72	6,63	6,17	-			
	18 ans (1999)	7,01	0,56	10,79	140,31	2,16	0,55	0,19	0,03	2,92	3,94	5,99	5,49			
	25 ans (2006)	7,14	0,57	6,08	164,63	2,07	0,54	0,14	0,03	2,77	3,82	6,37	5,62			

P ass.: Phosphore assimilable - P tot: Phosphore total

T1= gestion extensive des résidus + Fumure minérale - T2= gestion semi-intensive des résidus + Fumure minérale + compost - T3= gestion intensive des résidus + Fumure minérale + fumier.

Tableau 2
Evolution des rendements des cultures en fonction de la durée de mise en culture des terres et des modes de gestion des résidus de récolte

Durée de mise en culture des parcelles	Coton			Maïs			Sorgho		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
	kg.ha ⁻¹								
3 ans (1982-1984)	1752 a	1583 a	1902 a	1486 a	1693 a	1650 a	1488 a	1410 a	1469 a
6 ans (1982-1987)	1660 a	1658 a	1800 a	1981 a	2276 a	2410 a	1398 a	1289 a	1509 a
9 ans (1982-1990)	1589 a	1609 a	1812 a	2121 a	2621 a	2738 a	1331 a	1439 a	1603 a
12 ans (1982-1993)	1477 a	1535 a	1702 a	1929 a	2632 a	2648 a	1203 a	1344 a	1518 a
15 ans (1982-1996)	1434 b	1569 ab	1689 a	1900 b	2661 ab	2693 a	1110 a	1258 a	1424 a
18 ans (1982-1999)	1393 b	1526 ab	1671a	1759 b	2524 a	2638 a	1006 b	1198 ab	1390 a
21 ans (1982-2002)	1325 b	1476 ab	1606 a	1629 b	2358 a	2531 a	934 b	1117 ab	1331 a
25 ans (1982-2006)	1261 b	1421 ab	1545 a	1528 b	2250 a	2444 a	881 b	1047 ab	1276 a
Rendements (%) en 25 ^e année	100	113	122	100	147	160	100	119	149

T1= gestion extensive des résidus + Fumure minérale - T2= gestion semi-intensive des résidus + Fumure minérale + compost - T3= gestion intensive des résidus + Fumure minérale + fumier. Pour chaque culture, les valeurs suivies de la même lettre sur chaque ligne ne diffèrent pas de façon significative au seuil de probabilité de 5%.

bilans culturels soient positifs, le recyclage des tiges de cotonnier actuellement exportées, pourrait être envisagé pour les améliorer (8). La baisse progressive de la fertilité du sol observée sur tous les traitements confirme des pertes de nutriments au niveau du sol qui nécessiteraient d'être évaluées.

Conclusion

Les résultats de l'étude ont montré une baisse progressive des propriétés chimiques du sol avec la durée de mise en culture du sol quelle que soit la gestion des résidus de récolte. L'application directe au sol du phosphate naturel ou son incorporation lors du compostage permet de valoriser ce substrat local ce qui pourrait ainsi réduire les importations d'engrais minéraux phosphatés par le pays. La fumure minérale associée à l'enfouissement au sol des résidus et à leur recyclage en fumure organique, améliore les rendements et les bilans culturels en N, P, K et S. La

baisse progressive de la fertilité des sols, nécessite d'envisager d'une part, un recyclage des tiges de cotonnier et, d'autre part, des aménagements anti-érosifs (19). L'étude recommande une gestion intégrée des résidus de récolte et l'utilisation du phosphate naturel pour assurer la durabilité des systèmes de culture coton-céréales en zone cotonnière.

Remerciements

Les auteurs remercient la Société Burkinabé des Fibres Textiles (SOFITEX) pour son appui financier et matériel dans la réalisation de cette étude. Ils remercient vivement tous les chercheurs qui ont contribué à la conception et conduite de l'étude depuis sa mise en place en 1982. Leurs remerciements s'adressent au responsable de la ferme de Boni et à son personnel ainsi qu'aux techniciens du Programme Coton de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (I.N.E.R.A) pour la collecte des données.

Références bibliographiques

- Berger M., Bélem P.C., Dakouo D. & Hien V., 1987, Le maintien de la fertilité des sols dans l'Ouest du Burkina Faso et la nécessité de l'association agriculture-élevage. *Cot. Fib. Trop.* **42**, 3: 201-211.
 - Blair N., Faulkner R.D., Till A.R. & Poulton P.R., 2006, Long-term management impacts on soil C, N and physical fertility: Part I: Brodbalk experiment. *Soil Till Res.* **91**, 1-2: 30-38.
 - Braud M., 1987, La fertilisation d'un système de culture dans les zones cotonnières soudano-sahéliennes. *Supplément Cot Fib Trop, Etudes et synthèse*, 8; 35 p.
 - Cattan P., Letourmy P., Zagrè B., Minougou A. & Compaoré E., 2001, Rendement de l'arachide et du sorgho en rotation sous différents itinéraires techniques au Burkina Faso. *Cah. Agric.* **10**, 3, 159-172.
 - Crozier C.R., Walls B., Hardy D.H. & Barnes J.S., 2004, Response of Cotton to P and K Soil Fertility Gradients in North Carolina. *Journal of Cotton Science*, 8, 130-141.
 - Food and Agriculture Organization (FAO), 2004, Utilisation des phosphates naturels pour une agriculture durable. *Bulletin Fao, Engrais et nutrition végétale*, 13; 144 p.
 - Girma K., Teal R.K., Freeman K.W., Boman R.K. & Raun W.R., 2007, Cotton lint yield and quality as affected by applications of N, P, and K Fertilizers. *The Journal of Cotton Science*, 11, 12-19.
 - Koulibaly B., Traoré O., Dakouo D. & Zombré P.N., 2009, Effets des amendements locaux sur les rendements, les indices de nutrition et les bilans culturels dans un système de rotation coton-maïs dans l'ouest du Burkina Faso. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* **13**, 1, 103-111.
 - Lompo F., Segda Z., Gnankambary Z. & Ouandaogo N., 2009, Influence des phosphates naturels sur la qualité et la biodégradation d'un compost de pailles de maïs. *Tropicultura*, **27**, 1-2, 105-109.
 - Malhi S.S., Lemke R., Wang Z.H. & Baldev S.C., 2006, Tillage, nitrogen and crop residue effects on yield, nutrient uptake, soil quality and greenhouse gas emissions. *Soil Till Res.* **90**, 1-2, 171-183.
 - Ouattara B., Ouattara K., Serpenté G., Mando A., Sédogo M.P. & Bationo A., 2006, Intensity cultivation induced effects on soil organic carbon dynamic in the western cotton area of Burkina Faso. *Nutr Cycl Agroecosyst.* **76**, 331-339.
 - Roose E. & Barthès B., 2006, Soil carbon erosion and its selectivity at plot scale in Tropical Mediterranean regions. *In: Soil erosion and carbon dynamics*. Roose E., Lal R., Feller C., Barthès B., Stewart eds, *Advances in soil sciences*, CRC Press, Boca Raton, Floride, pp. 55-72.
 - Traoré B., 1995, Fertilisation du cotonnier au Mali: complémentarité de trois méthodes de diagnostic agronomique. *In: Interprétation agronomique de données de sol: un outil pour la gestion des sols et le développement agricole*. Séminaire BUNASOLS/INERA/AB-DLO, Ouagadougou, 14-16 mars. AB-DLO Thema's, AB-DLO, Haren, pp. 183-195.
 - Traoré O., Somé N.A., Traoré K. & Somda K., 2007, Effect of land use change on some important soil properties in cotton-based farming system in Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* **1**, 1, 7-14.
 - Vanlauwe B., Diels J., Sanginga N. & Merckx R., 2005, Long-term integrated soil fertility management in South-western Nigeria: Crop performance and impact on the soil fertility status. *Plant and soil*, **273**, 1-2, 337-354.
 - Velthof G.L., Beuichem van M.L., Rajmakers W.M.F. & Janssen B.H., 1998, Relation between availability indices and plant uptake of nitrogen and phosphorus from organic products. *Plant and soil*; **200**, 215-26.
 - Vulloud P., Mercier E. & Ryser J.P., 2004, Bilan de 40 ans d'essai portant sur différentes fumures organiques (Changrin 1963-2003). *Revue Suisse d'agriculture*, **36**, 2, 43-51.
 - Wei X., Hao M., Shao M. & Gale W.J., 2006, Change in soil properties and availability of soil micronutrients after 18 years of cropping and fertilization. *Soil Till Res.* **91**, 1-2, 120-130.
 - Zougmore R., Ouattara K., Mando A. & Ouattara B., 2004, Rôle des nutriments dans le succès des techniques de conservation des eaux et des sols (cordons pierreux, bandes enherbées, zaï et demi-lunes) au Burkina Faso. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, **15**, 1, 41-48.
- B. Koulibaly, Burkinabé, Ingénieur Agronome, DEA, Ingénieur de Recherche, Chercheur à l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Programme coton 01 BP 208, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso. Tél : (226) 20 97 21 05/70 23 90 05, Fax : (226) 20 97 01 59; E-mail: bazoumana@hotmail.com
- O. Traoré, Burkinabé, Thèse de doctorat (PhD), Maître de recherche, Chef de Programme coton de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), 01 BP 208, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso. E-mail: ouola.traore@coraf.org
- D. Dakouo, Burkinabé, Thèse Doctorat FAST Abidjan, Attaché de Recherche, Directeur adjoint du développement de la production cotonnière de la Société Burkinabé des Fibres Textiles (SOFITEX). BP 147, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. E-mail: ddakouo@yahoo.fr
- P.N. Zombré, Burkinabé, Doctorat d'état, Maître de conférence, Enseignant à l'Unité de formation des sciences de la vie et de la terre (UFR/SVT), Laboratoire de biologie et écologie végétale, Université de Ouagadougou, E-mail: prosper.zombre@univ-ouaga.bf
- D. Bondé, Burkinabé, Ingénieur Agronome, Université polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB), Institut du Développement Rural (IDR), Département d'agronomie. E-mail: desire06bonde@yahoo.fr

Tableau 3
Bilans cultureux en fonction des modes de gestion des résidus de récolte en 25 années d'exploitation des terres

Eléments	Composantes du bilan	Traitements		
		T1	T2	T3
minéraux				
			kg.ha ⁻¹	
Azote (N)	Apport annuel par les fumures	55,33	73,65	74,85
	Apport par les fumures en 25 ans	1383,33	1841,25	1871,28
	Exportation annuelle par les cultures	51,81	56,00	49,89
	Exportation par les cultures en 25 ans	1295,25	1399,60	1247,27
	Bilan de 25 ans (N)	+ 88	+ 442	+ 624
Phosphore (P)	Apport annuel par les fumures	25,00	28,00	34,82
	Apport par les fumures en 25 ans	625,00	698,00	871,00
	Exportation annuelle par les cultures	13,54	15,1	24,16
	Exportation par les cultures en 25 ans	338,39	376,8	603,89
	Bilan de 25 ans (P)	+ 287	+ 322	+ 267
Potassium (K)	Apport annuel par les fumures	36,00	53,00	53,46
	Apport par les fumures en 25 ans	900,00	1317	1337
	Exportation annuelle par les cultures	48,51	47,4	47,76
	Exportation par les cultures en 25 ans	1212,80	1184,8	1193,98
	Bilan de 25 ans (K)	-313	+ 132	+ 143
Soufre (S)	Apport annuel par les fumures	6,00	9,00	8,99
	Apport par les fumures en 25 ans	150,00	225	225
	Exportation annuelle par les cultures	3,87	4,1	4,52
	Exportation par les cultures en 25 ans	96,69	102,6	112,95
	Bilan de 25 ans (S)	+ 53	+ 122	+ 112

T1= gestion extensive des résidus + Fumure minérale - T2= gestion semi-intensive des résidus + Fumure minérale + compost - T3= gestion intensive des résidus + Fumure minérale + fumier.

l'absence de restitution organique, elle s'explique aussi par le labour pratiqué chaque année, ce qui provoque une déprotection de la matière organique et sa minéralisation accélérée (11). L'enfouissement des tiges de maïs et la restitution de compost et de fumier atténuent les pertes en carbone et réduisent les pertes en calcium et magnésium échangeables en raison de la minéralisation de ces substrats organiques et de leurs effets sur les propriétés bio-physico-chimiques du sol (2, 17). Les pertes d'éléments minéraux des sols sont aussi attribuées à l'érosion hydrique entraînant des pertes de terre pouvant atteindre en quatre ans 90 t.ha⁻¹ après un labour annuel (12). En 1995 un sous-solage a été effectué sur l'essai avant d'implanter sur les courbes de niveau, des bandes enherbées d'*Andropogon gayanus* pour lutter contre le ruissellement et l'érosion.

L'homogénéité des rendements pendant les 15 premières années dénote une bonne réponse du sol à la fumure minérale (T1). Pourtant, dans les systèmes de culture de cette zone, Ouattara *et al.* (11) rapportent qu'une telle fumure n'augmente les rendements des cultures que pendant seulement 5 à 6 années. Le phosphate naturel semble prolonger la durée

d'efficacité de la fumure minérale par la réduction de son effet acidifiant (2). De façon générale, le compost et le fumier augmentent les rendements des cultures par l'amélioration des propriétés du sol, notamment la disponibilité en eau et en éléments nutritifs (16, 17). La perte des rendements avec la durée de mise en culture des terres résulte surtout de la dégradation du sol (14) mais aussi des contraintes pluviométriques. L'examen des bilans cultureux a montré que la plupart des exportations minérales, notamment en N, P et S sont compensées par la fumure minérale sans restitution des résidus de récolte (T1) sauf celles en potassium dont les céréales sont fortement consommatrices (13). Seuls, l'enfouissement direct des tiges de maïs et la transformation des tiges de sorgho en compost et fumier associés aux fumures minérales permettent des bilans potassiques positifs. Le compost et le fumier ont amélioré les bilans minéraux grâce aux nutriments apportés par la minéralisation de ces substrats (16). L'amélioration du bilan phosphaté avec l'adjonction du phosphate naturel au cours du compostage (T2) confirme l'efficacité de cette forme d'utilisation de ce substrat par rapport à son application directe au sol (6, 9). Bien que les