Chapitre 31

Effets du *Mucuna* sur la production et la durabilité de systèmes de culture à base de maïs au Sud-Bénin

Bernard BARTHÈS
Anastase AZONTONDE
Christian FELLER

Introduction

La matière organique du sol (MOS) conditionne de nombreuses propriétés du sol et sa gestion est une composante essentielle de la durabilité des agrosystèmes. Par ailleurs, la MOS est un réservoir important de carbone (C), impliqué dans le cycle global de C et le changement climatique. Afin que les sols continuent à assurer leurs fonctions agronomiques et environnementales, les pratiques agricoles doivent donc assurer un niveau élevé de restitutions organiques au sol et contribuer à la séquestration du C. Dans les régions tropicales, la jachère naturelle a longtemps permis cette gestion patrimoniale des sols, spécialement de la MOS. Toutefois, pour avoir des effets significatifs, cette pratique doit se maintenir au moins cinq ans, ce qui devient difficile dans des contextes de densification démographique ; au Sud-Bénin, par exemple, la densité de la population dépasse 300 hab./km^{-2}. Des pratiques alternatives de gestion de la MOS sont donc à rechercher ; parmi celles-ci, l'introduction de légumineuses de couverture semble prometteuse dans les régions relativement humides, d'autant plus que ce type de pratique a un intérêt marqué en matière de conservation des sols et des eaux, et également en matière de gestion des adventices (VOELKNER, 1979 ; RAUNET *et al.,* 1999 ; CARSKY *et al.,* 2001).

Un essai a été conduit pendant une dizaine d'années au Sud-Bénin pour évaluer l'effet de la légumineuse de couverture *Mucuna pruriens* var. *utilis* sur la fertilité et la conservation des sols, dans un système de cultures à base de maïs (Azontonde, 1993 ; Azontonde *et al.,* 1998). Les résultats synthétisés ici portent principalement sur le rendement en grain, C du sol, le ruissellement et l'érosion.

Matériels et méthodes

Le site

L'étude s'est déroulée à Agonkamey (06° 24' N, 02° 20' E), près de Cotonou, au sud du Bénin, dans une zone de plateaux bas dénommés Terres de Barre, portant des sols ferrallitiques sableux en surface devenant argilo-sableux vers 50 cm de profondeur (Typic Kandiustult selon le Soil Survey Staff, 1994 ; Dystric Nitisol selon FAO-Isric-ISSS, 1998). Le climat est tropical subhumide à deux saisons des pluies (mars-juillet et septembre-novembre), la pluviosité moyenne est de 1 200 $mm.an^{-1}$ et la température moyenne annuelle de 27 °C. La majorité des terres est cultivée en maïs (*Zea mays*), haricots (*Vigna* sp.), manioc (*Manihot esculenta*), arachide (*Arachis hyypogea*), souvent associés au palmier à huile (*Elaeis guineensis*).

Les parcelles expérimentales

L'étude a été conduite de 1988 à 1999 sur trois parcelles d'érosion de 30 m × 8 m, sur une pente de 4 %. Chaque parcelle, entourée de plaques métalliques à demi enterrées l'isolant hydrologiquement sur trois côtés, débouche à l'aval dans un collecteur drainant ruissellement et sédiments vers une première cuve de 3 m^3 ; lorsque celle-ci est pleine, un partiteur achemine 10 % de l'excédent vers une seconde cuve de 3 m^3 et élimine le reste.

Chaque parcelle d'érosion portait un traitement différent : culture pure traditionnelle de maïs sans apport (notée Trad) ; culture pure de maïs recevant une fertilisation minérale 76-30-30 (notée NPK) ; culture-relais de maïs et de la légumineuse de couverture *Mucuna pruriens* var. *utilis*, sans fertilisation minérale (notée Muc). Le maïs (var. DMR) était cultivé pendant la première saison des pluies. Sur la parcelle Muc, il était semé dans le mulch de *mucuna* de l'année précédente. *Mucuna* était semé un mois plus tard, se développant surtout après la récolte du maïs, notamment pendant la petite saison des pluies, durant laquelle les parcelles Trad et NPK étaient laissées en jachère naturelle. Dans tous les cas, le travail du sol était réalisé à la houe, à 5 cm de profondeur environ, et limité à l'emplacement des poquets.

Prélèvements de biomasse

Le rendement en grain du maïs a été mesuré au moment de la récolte de 1988 à 1996 sur quatre placettes de 1 m² chacune (soit six plants de maïs) réparties au hasard sur chaque parcelle. La biomasse aérienne de maïs et *mucuna* a été déterminée chaque année sur cinq répétitions par parcelle, couvrant chacune 1 m × 1 m, à la récolte du maïs en août et au moment de la croissance maximale de *mucuna* en octobre. En 1995, selon le même schéma, les racines de maïs et *mucuna* ont été prélevées à 0-10, 10-20 et 20-40 cm de profondeur, puis triées à la main. Le ratio entre biomasse racinaire et biomasse aérienne calculé en 1995 a été utilisé pour estimer chaque année la biomasse racinaire d'après la biomasse aérienne mesurée. L'échantillonnage de la biomasse adventice aérienne a été réalisé en novembre 1999 sur neuf répétitions par parcelle, couvrant chacune 0,25 m × 0,25 m. La litière a été échantillonnée en même temps. La biomasse racinaire a également été échantillonnée en novembre 1999 sur six monolithes de sol par parcelle, de même surface et sur 30 cm de profondeur, par tri manuel ; compte tenu de la végétation présente à cette saison, on a considéré que les racines collectées sur les parcelles Trad et NPK étaient celles d'adventices, et que celles collectées sur Muc provenaient de *mucuna*. Tous les échantillons végétaux ont été séchés à 70 °C, pesés puis finement broyés. La teneur en carbone (C) des végétaux a été déterminée par combustion sèche avec un analyseur élémentaire CHN.

Prélèvements et analyses de sol

Des échantillons non remaniés de sol ont été prélevés sur fosses : en mars, juin, août et octobre 1988 et 1995, à 18 emplacements par parcelle, 0-10, 10-20 et 20-40 cm de profondeur, en utilisant des cylindres de 0,2 dm^3 ; en novembre 1999, à trois emplacements par parcelle, à 0-10 et 10-20 cm de profondeur avec deux répétitions par fosse et à 20-30, 30-40 et 50-60 cm en une seule répétition par fosse, à l'aide de cylindres de 0,5 dm^3. Des échantillons de sol ont été prélevés simultanément sur les parois des fosses. La densité apparente du sol a été déterminée par pesée après séchage à 105 °C des échantillons prélevés au cylindre. Les autres échantillons ont été séchés à l'air, concassés avec modération, tamisés à 2 mm, puis broyés finement (< 0,2 mm).

La teneur en C organique des échantillons de sol prélevés en 1988 et 1995 a été déterminée par la méthode de Walkley et Black. La teneur en C total des échantillons prélevés en 1999 a été déterminée par combustion sèche avec un analyseur CHN ; en l'absence de carbonates, on considère que tout C est organique. L'analyse d'une soixantaine d'échantillons avec les deux types de procédure (Walkley et Black vs. CHN) a permis de calculer une relation de passage entre elles, puis d'exprimer toutes les teneurs sur une « base CHN ». Le stock de C du sol a été mesuré comme le produit de la teneur en C, de la densité apparente (masse volumique) et du volume, à profondeur équivalente et à masse équivalente (Ellert et Bettany, 1995).

Mesures de ruissellement et de pertes en terre

Ruissellement et érosion ont été déterminés de 1993 à 1997, après chaque pluie ou séquence de pluies. Le ruissellement était évalué en additionnant le contenu de la première cuve et le décuple de celui de la seconde. Ce volume était converti en hauteur de ruissellement en le divisant par la surface de la parcelle. Les taux de ruissellement annuel et quinquennal (en %) ont été calculés comme le rapport de la somme des hauteurs de ruissellement sur la somme des hauteurs de pluie sur une année et sur cinq années, respectivement.

Les sédiments grossiers, prélevés au fond de la première cuve, étaient pesés humides et leur poids sec déterminé en séchant des aliquotes. Le poids sec des sédiments en suspension était déterminé sur des aliquotes floculées de suspensions prélevées dans les deux cuves. L'érosion annuelle (en $Mg.ha^{-1}.an^{-1}$) a été calculée en sommant sédiments grossiers et en suspension sur une année ; l'érosion annuelle moyenne a été calculée sur cinq années.

Estimation de l'érosion du carbone

L'érosion du carbone pour chaque année ($MgC.ha^{-1}.an^{-1}$) a été calculée comme le produit des pertes en terre annuelles et de la teneur en C des sédiments. La teneur en C des sédiments a été estimée comme le produit de la teneur en C du sol (couche 0-10 cm, pour l'année considérée) et d'un coefficient d'enrichissement en C des sédiments (Starr *et al.,* 2000). La teneur en C du sol à 0-10 cm pour chaque année a été calculée par interpolation linéaire à partir des analyses réalisées en 1988, 1995 et 1999. Le coefficient d'enrichissement en C des sédiments, défini comme le rapport entre les teneurs en C des sédiments et de la couche de sol 0-10 cm, a été estimé à partir de la synthèse bibliographique de Roose et Barthès (2006) :

– pour deux sols à texture légère sous culture fertilisée de maïs respectivement ferrallitiques et ferrugineux, dans le sud et le nord de la Côte d'Ivoire, sous 2 100 et 1 350 mm de pluviosité annuelle, sur une pente de 7 % et 3 %, des coefficients d'enrichissement en C de 1,9 et 1,4 ont été mesurés en parcelles d'érosion ; un coefficient d'enrichissement de 1,6 a donc été estimé pour les parcelles Trad et NPK du Bénin ;

– en l'absence de références sur les systèmes à plante de couverture, on a considéré pour la parcelle Muc un coefficient d'enrichissement en C des sédiments de 3, qui est la moyenne de coefficients mesurés en parcelles d'érosion avec des couverts végétaux relativement comparables : pour deux sols ferrugineux à texture légère sous savane arbustive du nord de la Côte d'Ivoire, respectivement sous 1 200 et 1 350 mm de pluviosité annuelle, sur 4 % et 3 % de pente, des coefficients d'enrichissement de 2,6 et 3,4 ont été mesurés ; pour un sol ferrallitique sableux sous bananeraie du sud de la Côte d'Ivoire, sous 1 800 mm de pluviosité annuelle et sur 14 % de pente, un coefficient d'enrichissement de 3 a été mesuré.

La teneur en C soluble dans les eaux de ruissellement n'a pas été prise en considération.

Analyses statistiques

La significativité des différences de rendements en grain du maïs, de teneurs et de stocks moyens de C entre traitements a été évaluée avec un test *t* non apparié de Student. La significativité des différences de ruissellement, de pertes en terre et d'érosion du C entre traitements a été évaluée par un test *t* apparié de Student. Dans les deux cas, aucune hypothèse n'a été faite sur la normalité des distributions et l'égalité des variances (Dagnélie, 1975).

Résultats et discussion

Rendement en grain, carbone restitué au sol et carbone du sol

Le rendement en grain du maïs ne différait pas significativement entre traitements en 1988, et était de 0,5 $Mg.ha^{-1}$. Pour le traitement Trad, il a diminué régulièrement jusqu'à atteindre 0,2 $Mg.ha^{-1}$ en 1996. Pour le traitement NPK, le rendement a augmenté à peu près régulièrement, jusqu'à 2,5 $Mg.ha^{-1}$ en 1996. Pour le traitement Muc, le rendement en grain a également augmenté régulièrement, jusqu'à 3,5 $Mg.ha^{-1}$ en 1996. Sauf la première année, les rendements en grain diffèrent significativement entre traitements. L'effet de la légumineuse de couverture sur le rendement en grain du maïs est donc spectaculaire, et plus marqué que celui de la fertilisation minérale.

Pour les traitements Trad, NPK et Muc, les restitutions totales au sol ont atteint 3,5, 6,4 et 10,0 $MgC.ha^{-1}.an^{-1}$ en moyenne, dont 61, 26 et 16 % sous forme racinaire, respectivement ; le maïs représentait 28, 75 et 51 % de C restitué, respectivement, le reste étant constitué par *mucuna* sur Muc et par les adventices sur Trad et NPK (fig. 1). Le système à légumineuse de couverture comporte donc de fortes restitutions aux sols, par la légumineuse elle-même, mais également par le maïs, dont la biomasse augmente fortement du fait notamment de l'azote apporté par la légumineuse (Azontonde *et al.,* 1998). Dans les systèmes Trad et NPK, les adventices connaissent un fort développement durant la petite saison des pluies, après la récolte du maïs.

La concentration en C du sol différait peu entre parcelles en 1988, mais est devenue contrastée en 1999, du fait de faibles variations temporelles sur Trad (- 8 % à 0-20 cm) et NPK (+ 3 %), mais d'une forte augmentation sur Muc (+ 90 %). En 1999, le stock de C dans la couche de sol ayant la même masse que la couche 0-40 cm initiale (donc à masse équivalente) était d'environ 24, 29 et 43 $tC.ha^{-1}$ sur Trad, NPK et Muc, soit des variations entre 1988 et 1999 d'environ - 2, + 2 et + 15 $MgC.ha^{-1}$, et des

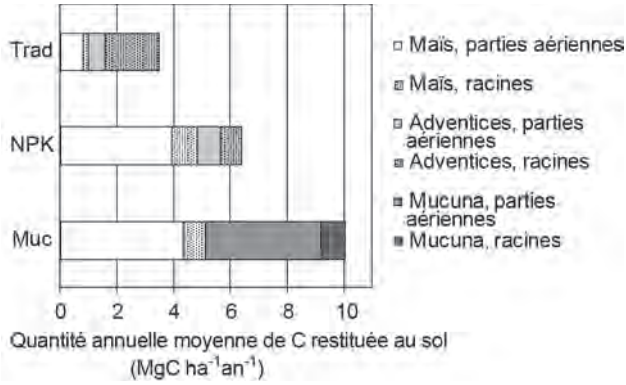

Figure 1
Restitutions moyennes de carbone au sol pour les trois traitements.

Tableau 1
Teneurs en argile et en carbone, et stock de carbone du sol en 1988 et 1999 (moyenne ± écart type quand il est disponible).

	Profondeur	Trad		NPK		Muc	
	(cm)	1988	1999	1988	1999	1988	1999
Argile ($g.100\ g^{-1}$)	0-10	14,7 ± 0,1	21,6	11,1 ± 0,6	12,8	12,7 ± 0,6	13,6
	10-20	nd	33,9	nd	19,8	nd	17,9
C ($g.kg^{-1}$)	0-10	5,5 ± 0,2	5,3 ± 0,1	5,4 ± 0,1	6,7 ± 1,8	5,2 ± 0,1	11,5 ± 2,0
	10-20	4,6 ± 0,3	4,0 ± 0,7	4,8 ± 0,4	3,8 ± 1,2	4,8 ± 0,4	7,3 ± 0,9
	20-30[a]	4,1 ± 0,2	3,5 ± 0,5	4,0 ± 0,4	3,6 ± 1,1	4,6 ± 0,3	4,4 ± 0,1
	30-40[a]		3,2 ± 0,1		4,1 ± 0,7		4,2 ± 0,2
	50-60	nd	2,4 ± 0,1	nd	3,5 ± 1,8	nd	3,3 ± 0,5
Stock de C à profondeur Equivalente ($MgC.ha^{-1}$)	0-10	7,7 ± 0,7	8,4 ± 0,3	7,3 ± 0,5	10,6 ± 3,4	6,8 ± 0,3	17,4 ± 3,3
	0-20	13,6 ± 0,9	14,5 ± 0,4	14,6 ± 1,0	17,0 ± 3,9	13,8 ± 0,8	28,7 ± 3,9
	0-40	25,9 ± 1,5	24,2 ± 0,5	27,0 ± 1,8	28,8 ± 5,7	27,7 ± 1,7	41,4 ± 4,9
	0-60	nd	32,0 ± 0,3	nd	39,7 ± 3,6	nd	51,7 ± 4,1
Stock de C à masse Equivalente ($MgC.ha^{-1}$)	0-10[b]	7,7 ± 0,7	8,1 ± 0,3	7,3 ± 0,5	9,7 ± 3,1	6,8 ± 0,3	15,6 ± 2,9
	0-20[b]	13,6 ± 0,9	13,4 ± 0,2	14,6 ± 1,0	16,4 ± 4,0	13,8 ± 0,8	27,7 ± 3,9
	0-40[b]	25,9 ± 1,5	23,9 ± 0,5	27,0 ± 1,8	29,0 ± 6,0	27,7 ± 1,7	42,5 ± 5,0

nd : non déterminé ; a 20-40 cm en 1988 ; b niveaux de profondeur en 1988, à masse équivalente ils correspondaient en 1999 aux niveaux de profondeur 0-9, 0-17 et 0-36 cm sur Trad, 0-9, 0-18 et 0-37 cm sur NPK, et 0-9, 0-18 et 0-39 cm sur Muc.

variations annuelles moyennes de - 0,2, + 0,2 et + 1,3 $MgC.ha^{-1}.an^{-1}$, respectivement (tabl. 1). L'association avec la légumineuse de couverture s'accompagne donc d'un important enrichissement du sol en C, du fait notamment des importantes restitutions organiques au sol.

Des évolutions comparables ont été relevées pour la teneur en azote total du sol, la capacité d'échange cationique et la somme des bases échangeables ; le pH eau diminue avec tous les traitements, faiblement pour Muc (- 0,1), sensiblement pour NPK (- 0,5), nettement pour Trad (- 1 environ ; AZONTONDE *et al.,* 1998).

Les données sur les stocks de C du sol sont comparables à celles rapportées pour d'autres sites sur Terres de Barre au Sud-Bénin, pour la couche de sol 0-35 cm (DJEGUI *et al.,* 1992) : 27 $MgC.ha^{-1}$ sous plantation de palmier à huile, 30 $MgC.ha^{-1}$ sous cultures vivrières (avec jachère), et 48 $MgC.ha^{-1}$ sous forêt. Les données d'évolution temporelles du stock de C du sol sont également comparables à ce qui a été rapporté dans des sols à texture légère : + 0,2 $MgC.ha^{-1}.an^{-1}$ à 0-10 cm pour un Alfisol du sud-ouest du Nigeria sous maïs fertilisé (LAL, 2000) contre + 0,3 $MgC.ha^{-1}.an^{-1}$ pour NPK ici ; environ 1 $MgC.ha^{-1}.an^{-1}$ à 0-20 cm pour des Oxisols et des Ultisols du Brésil sous semis direct (BAYER *et al.,* 2001 ; SÁ *et al.,* 2001) contre 1,4 $MgC.ha^{-1}.an^{-1}$ pour Muc ici ; plus de 2 $MgC.ha^{-1}.an^{-1}$ à 0-20 cm après deux années de couverture de *Pueraria* sp. sur un Alfisol du Nigeria (LAL, 1998).

Les résultats rapportés ici et ceux de la littérature établissent donc clairement que le mulch des résidus de culture ou des légumineuses de couverture permet un fort enrichissement du sol en C.

Ruissellement et érosion

De 1993 à 1997, la pluviosité a varié entre 1 000 et 1 558 $mm.an^{-1}$ (moyenne 1 200 mm/an). Sur les parcelles Trad, NPK et Muc, respectivement, le taux de ruissellement annuel moyen est de 28, 12 et 8 % ; l'érosion annuelle moyenne est de 34,0, 9,3 et 2,9 t/ha/an, et C érodé de 292, 93 et 82 t/ha/an (tabl. 2). Le ruissellement et l'érosion annuels moyens sont significativement plus élevés sur Trad que sur NPK, et sur NPK que sur Muc ; C érodé est significativement plus élevé sur Trad que sur NPK et Muc ($p < 0,01$).

Les pertes de C par érosion sont du même ordre de grandeur que la variation du stock de C du sol à 0-40 cm pour Trad (0,2 vs - 0,2 t C/ha/an) et pour NPK (0,1 vs + 0,2 t/ha/an) ; en revanche, C érodé est négligeable devant la variation de stock de C du sol (0-40 cm) sur Muc (0,1 vs + 1,3 t C/ha/an).

Mucuna constitue un mulch épais ; ce type de couvert protège mécaniquement la surface du sol contre la désagrégation par les gouttes de pluie, ce qui favorise l'infiltration donc défavorise le ruissellement (WISCHMEIER et SMITH, 1978) ; de plus, ce mulch ralentit le ruissellement, donc diminue sa capacité à détacher et transporter des particules ; il peut également piéger les particules transportées par le ruissellement, donc diminuer sa charge solide. La couverture du sol

Tableau 2
Ruissellement, pertes en terre et carbone érodé chaque année.

Année	Pluie	Ruissellement			Pertes en terre			Carbone érodé		
	(mm)	(%)			(t/ha/an)			(t C/ha/an)		
		Trad	NPK	Muc	Trad	NPK	Muc	Trad	NPK	Muc
1993	1 288	30	13	9	41,5	9,8	3,1	359	94	75
1994	1 027	20	10	6	31,2	8,2	2,2	269	80	57
1995	1 000	16	8	4	10,6	3,8	1,3	91	38	36
1996	1 126	25	12	8	40,4	8,9	2,5	346	90	73
1997	1 558	40	15	11	46,3	15,6	5,5	395	161	171
Moyenne	1 200	28	12	8	34,0	9,3	2,9	292	93	82
Écart type	230	9	3	3	14,2	4,2	1,6	121	44	52

par *mucuna* semble donc la principale raison de ruissellements et pertes en terre plus faibles pour Muc que pour NPK et Trad. De la même manière mais dans une moindre mesure, les ruissellements et pertes en terre plus faibles pour NPK que pour Trad s'expliquent probablement par la plus grande couverture du sol pour NPK, du fait d'une production végétale et de restitutions organiques plus importantes en cas d'apport de fertilisants minéraux. Par ailleurs, les restitutions organiques enrichissent le sol en matière organique, dont le rôle agrégeant est bien connu (Feller *et al.,* 1996) ; le mulch de mucuna contribue donc à limiter le détachement de particules facilement transportables, et par suite, à limiter la fermeture de la porosité de surface, donc le ruissellement et l'érosion (Le Bissonnais, 1996). De ce fait, l'importance des restitutions organiques et la richesse du sol en matière organique expliquent également les ruissellements et pertes en terre plus faibles pour Muc que pour NPK et pour NPK que pour Trad.

La comparaison avec des résultats de la littérature concernant des parcelles d'érosion sous culture de maïs (ou sorgho) en milieu tropical montre les points suivants (tabl. 3) :

– le taux de ruissellement annuel moyen est important (> 25 %) sur Trad et dans les zones les plus humides (2 100 mm/an) ; il est faible (< 10 %) sur sol argileux en pente forte (Kenya) et sur Muc ;

– les pertes en terre annuelles moyennes sont importantes (> 20 t/ha/an) dans les milieux humides ou semi-arides (500 mm/an) et dans les systèmes non fertilisés ; elles sont faibles (< 5 t/ha/an) sur Muc. Ainsi, ruissellement et pertes en terre tendent à augmenter avec la pluviosité et la dénudation du sol (en particulier en l'absence de fertilisation ou en conditions arides), ce qui est conforme aux observations usuellement rapportées (Wischmeier et Smith, 1978 ; Roose, 1994).

Tableau 3

Comparaison des moyennes annuelles du taux de ruissellement, des pertes en terre et de l'érosion du carbone sur des parcelles d'érosion cultivées en maïs (ou sorgho) en milieu tropical.

Pays	Pluviosité annuelle (mm/an)	Pente (%)	Type de sol	Stock de C à 0-30 cm (t C/ha)	Taux de ruissel-lement (%)	Pertes en terre (t/ha/an)	Carbone érodé (t/ha/an)	Références
Maïs non fertilisé								
Kenya	1 000	30	Alfisol argileux	80	2	29,0	2,4	Gachene *et al.* (1997)
Bénin	1 200	4	Ultisol sablo-argileux	20	28	34,0	0,3	Ce chapitre
Maïs (ou sorgho) fertilisé								
Côte d'Ivoire	2 100	7	Ultisol sablo-argileux	34	27	89,4	1,8	Roose et Barthès (2006)
Kenya	1 000	30	Alfisol argileux	80	1	8,4	0,7	Gachene *et al.* (1997)
Burkina Faso	800	1	Alfisol sableux	13	25	7,3	0,2	Roose et Barthès (2006)
Zimbabwe	500	5	Alfisol sableux	15 ?	17	20,6	0,2	Moyo (1998)
Côte d'Ivoire	1 350	3	Oxisol sablo-graveleux	21	20	5,5	0,1	Roose et Barthès (2006)
Bénin	1 200	4	Ultisol sablo-argileux	22	12	9,3	0,1	Ce chapitre
Maïs-mucuna								
Bénin	1 200	4	Ultisol sablo-argileux	35	8	2,9	0,1	Ce chapitre

Ruissellement et érosion varient souvent de manière conjointe (les fortes érosions résultent de forts ruissellements). Toutefois, au Kenya, sur culture de maïs non fertilisée, des pertes en terre élevées (29 $Mg.ha^{-1}.an^{-1}$) sont observées en même temps qu'un faible ruissellement (2 % ; Gachene *et al.,* 1997) ; le sol considéré, argileux et riche en matière organique, est certainement bien agrégé, et sur forte pente (30 %) peu couverte, l'érosion y concerne probablement des agrégats stables, et est donc non sélective (par opposition au schéma plus fréquent de particules fines issues de la désagrégation, colmatant la porosité donc générant du ruissellement, puis étant transportées par ce ruissellement donc produisant l'érosion).

Trois fois plus de C est érodé sur Trad que sur NPK et Muc. De plus, malgré des pertes en terre trois fois plus importantes sur NPK que sur Muc, C érodé y est équivalent, parce que le sol superficiel, pourvoyeur de sédiments, est beaucoup

plus riche en matière organique sur Muc, et que les sédiments y sont relativement enrichis en C. En effet, l'enrichissement relatif des sédiments en C augmente quand les pertes en terre diminuent (Roose et Barthès, 2006). Ainsi, le mulch de *mucuna* est moins efficace pour réduire l'érosion de C que pour réduire le ruissellement et l'érosion, néanmoins il est très efficace pour réduire la proportion de C du sol érodé, beaucoup plus faible sur Muc que sur Trad et NPK.

Conclusions

Les résultats présentés montrent que *mucuna* constitue un mulch épais dont la décomposition enrichit fortement le sol en matière organique et en azote, ce qui permet une forte production agricole, mais contribue également à la stabilité structurale du sol ; cette stabilité favorise l'infiltration au détriment du ruissellement, et ce moindre ruissellement détermine une moindre érosion. Le mulch a aussi des effets mécaniques : il protège le sol contre l'impact désagrégeant des gouttes de pluie, ce qui favorise l'infiltration ; il ralentit le ruissellement, donc diminue sa capacité à détacher et transporter des particules ; il peut également piéger les particules transportées par le ruissellement, donc diminuer sa charge solide. L'association avec *mucuna* permet donc de conjuguer des objectifs de production ambitieux (rendement en maïs élevé) et d'améliorer les services écosystémiques rendus par les sols agricoles (conservation des eaux et des sols, séquestration de carbone).

Bibliographie

Azontonde A., 1993 – Dégradation et restauration des terres de barre (sols ferrallitiques faiblement désaturés argilo-sableux) au Bénin. *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, 28 : 217-226.

Azontonde A., Feller C., Ganry F., Rémy J. C., 1998 – Le *mucuna* et la restauration des propriétés d'un sol ferrallitique au sud du Bénin. *Agriculture et Développement*, 18 : 55-62.

Bayer C., Martin-Neto L., Mielniczuk J., Pillon C .N., Sangoi L., 2001 – Changes in organic matter fractions under subtropical no-till cropping systems. *Soil Science Society of America Journal,* 65 : 1473-1478.

Carsky R. J., Becker M., Hauser S., 2001 – « *Mucuna* cover crop fallow systems: potential and limitations ». *In* Tian G., Ishida F., Keatinge D. (eds) : *Sustaining Soil Fertility in West Africa*, Soil Science Society of America Special Publication, 58, Madison, WI, USA : 111-135.

Dagnélie P., 1975 – *Théorie et méthodes statistiques. Applications agronomiques, 2e édition*. Presses Agronomiques de Gembloux, Belgique.

Djegui N., de Boissezon P., Gavinelli E., 1992 – Statut organique d'un sol ferrallitique du Sud-Bénin sous forêt et différents systèmes de culture. *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, 27 : 5-22.

Ellert B. H., Bettany J. R., 1995 – Calculation of organic matter and nutrients stored in soils under contrasting management regimes. *Canadian J. of Soil Sci.*, 75 : 529-538.

FAO-Isric-ISSS, 1998 – *World Reference Base for Soil Resources*. Rome, FAO.

Feller C., Albrecht A., Tessier D., 1996 – « Aggregation and organic matter storage in kaolinitic and smectitic tropical soils ». *In* Carter M. R., Stewart B. A (eds) : *Structure and Organic Matter Storage in Agricultural Soils*, Lewis Publishers, Boca Raton, FL, USA : 309-359.

Gachene C. K. K., Jarvis N. J., Linner H., Mbuvi J. P., 1997 – Soil erosion effects on soil properties in a highland area of Central Kenya. *Soil Science Soc. of America J.,* 61 : 559-564.

Lal R., 1998 – « Land use and soil management effects on soil organic matter dynamics on Alfisols in western Nigeria ». *In* Lal R., Kimble J. M., Follett R. F., Stewart B. A. (eds) : *Soil Processes and the Carbon Cycle*, CRC Press, Boca Raton, FL, USA : 109-126.

Lal R., 2000 – « Land use and cropping systems effects on restoring soil carbon pools of degraded Alfisols in Western Nigeria ». *In* Lal R., Kimble J. M., Stewart B. A. (eds) : *Global Climate Change and Tropical Ecosystems*, CRC Press, Boca Raton, FL, USA : 157-165.

Le Bissonnais Y., 1996 – Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility. 1. Theory and methodology. *European J. of Soil Sci.*, 47 : 425-437.

Moyo A., 1998 – The effect of soil erosion on soil productivity as influenced by tillage with special reference to clay and organic matter losses. *Advances in GeoEcology*, 31 : 363-368.

Raunet M., Séguy L., Fovet-Rabot C., 1999 – « Semis direct sur couverture végétale permanente du sol : de la technique au concept ». *In* Rasolo F., Raunet M. (éd.) : *Gestion agrobiologique des sols et des systèmes de culture*, Montpellier, Cirad : 41-52.

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

Roose É., Barthès B., 2006 – « Soil carbon and its selectivity at the plot scale in tropical and mediterranean regions ». *In* Roose É. J., Lal R., Feller C., Barthès B., Stewart B. A. (eds) : *Soil Erosion and Carbon Dynamics*, *Advances in Soil Science*, CRC Press, Boca Raton, Floride : 55-72.

Sá J. C. M., Cerri C. C., Dick W. A., Lal R., Venske Filho S. P., Piccolo M. C., Feigl B. E., 2001 – Organic matter dynamics and carbon sequestration rates for a tillage chronosequence in a Brazilian Oxisol. *Soil Science Society of America Journal*, 65 : 1486-1499.

Soil Survey Staff, 1994 – *Keys to Soil Taxonomy, 6th edition*. USDA – Soil Conservation Service, Washington, DC, USA.

Starr G. C., Lal R., Malone R., Hothem D., Owens L., Kimble J., 2000 – Modelling soil carbon transported by water erosion processes. *Land Degradation and Development*, 11 : 83-91.

Voelkner H., 1979 – Urgent needed: an ideal green mulch crop for the tropics. *World Crops*, 31 : 76-77.

Wischmeier W. H., Smith D. D., 1978 – *Predicting Rainfall Erosion Losses: a Guide to Erosion Planning*. USDA, Washington, DC, USA.

Restauration de la productivité des sols tropicaux et méditerranéens

Contribution à l'agroécologie

Éditeur scientifique
Éric Roose

Cet ouvrage a bénéficié du soutien de l'Agence universitaire de la francophonie

IRD Éditions
INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT
Collection Synthèses

Marseille, 2017

Préparation éditoriale
Yolande Cavallazzi
Sylvie Hart

Mise en page
Desk (53)

Réfection des illustrations
Michelle Saint-Léger

Coordination, fabrication
Catherine Plasse
Sylvie Hart

Maquette de couverture
Michelle Saint-Léger

Maquette intérieure
Pierre Lopez

Photo de couverture
© IRD/É. Roose – Collines cultivées autour du lac Kivu (Rwanda).

La loi du 1er juillet 1992 (code de la propriété intellectuelle, première partie) n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article L. 122-5, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans le but d'exemple ou d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1er de l'article L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon passible des peines prévues au titre III de la loi précitée.

© IRD, 2017

ISBN : 978-2-7099-2277-7