

ÉROSION ET STOCKAGE DU CARBONE SOUS L'EFFET DE L'UTILISATION DES TERRES EN ZONE DE SAVANE SOUDANIENNE BASSIN DE DJITIKO (SUD-MALI)

Drissa DIALLO*, **Didier ORANGE**** et **Eric ROOSE*****

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

** IRD, UR ECU, 57 Tran Hung Dao, Hanoi, Vietnam, d.orange@cgiar.org

*** IRD, UR SeqBio, B.P. 64501, 34394 Montpellier Cedex 5, France, Eric.Roose@ird.fr

Abstract

For the first time, in Mali, carbon eroded and C-stored in the soil have been measured on 17 runoff plots during two campaigns (1998 and 1999), in relation to two main cropped soils (vertisols and tropical ferruginous soils) and 4 land uses: bare fallow, long bush fallow, intensive cropping rotation corn and cotton with conventional tillage or direct drilling in the residues litter. In the 10 cm topsoils, the C storage under long fallow or no-till system attained 40 t ha⁻¹ in the vertic soil, but less than 15 t ha⁻¹ in the ferruginous tropical soil. Under conventional plowing or bare fallow, the storage was clearly lower than under long fallow or no-till. The average runoff coefficient was lower on the vertic plots (27%) than on the ferruginous soils (34%). The runoff attained 39% on bare fallow, 36% under crops with plowing, 25% under crops with no-till and only 22% under long fallow. Erosion increased from vertic soil (respectively, 1,7 t ha⁻¹ year⁻¹ and 6 t ha⁻¹ year⁻¹ on fallow and no-till) to (4,8 t ha⁻¹ year⁻¹ et 7,4 t ha⁻¹ year⁻¹) on ferruginous soils.

During these two campaigns, the average loss of carbon by runoff and erosion varied respectively from 146, to 395 and 184 kg of C ha⁻¹ year⁻¹ for the fallow, the conventional tillage and the no-tillage on red soil. On the vertic plots, these data varied from 181 kg ha⁻¹ year⁻¹ under fallow, to 215 kg ha⁻¹ year⁻¹ under tillage and 283 kg ha⁻¹ year⁻¹ under no-tillage. The losses of carbon were mainly associated with particles eroded (78% to 90% of the total C losses) during the main storms and the C richness of the topsoil. Erosion explained only a limited part of the Carbon storage variations in the topsoil: the accelerated mineralisation of the organic matters seems also important.

Keywords : Mali ; Vertic or Ferruginous Soils ; Carbon Stocks ; Carbon Eroded ; Land-Uses.

INTRODUCTION

Les mesures d'érosion sur parcelles (de 100 m² à 500 m²), commencées dans les zones agricoles soudaniennes d'Afrique occidentale au cours des années soixante

et soixante-dix, ont montré que les pertes en terre peuvent être plus ou moins importantes selon les modes d'utilisation des terres (Fauck, 1956 ; Fournier, 1967 ; Roose, 1967 et 1981 ; CTFT, 1979 ; Birot, 1981 ; Mietton, 1988). En zone soudanienne du Mali, d'importants bouleversements ont été observés dans les modes de gestion des terres à partir des années quatre-vingt : la diminution de la durée de la jachère, l'intensification des cultures industrielles et la surexploitation pastorale des parcours sont notées parmi ces changements.

Pour la première fois au Mali Sud, l'influence des pratiques culturales (le labour conventionnel et le travail minimum du sol) et du type de sols a été mesurée sur parcelles d'érosion au cours des saisons pluvieuses 1998 et 1999, sur cultures de maïs et coton et sur jachère longue. L'érosion a pu être calculée par la mesure des pertes en terre et du ruissellement. Par ailleurs, le carbone organique étant un élément clé de la valorisation durable des sols, les pertes de carbone dissous et particulaires liées à l'érosion ont été mesurées. Au cours de l'érosion, les nutriments et le carbone organique du sol sont redistribués à travers le paysage et une partie de ces éléments est transférée dans les écosystèmes aquatiques (Starr *et al.*, 2000), où ils contribuent au processus d'eutrophisation des eaux de surface et aux émissions de gaz à effet de serre (Feller et Beare, 1997 ; Orange *et al.*, 2002). Notre étude concerne donc à la fois les problèmes de développement durable de l'agriculture en milieu soudanien et ceux de la séquestration du carbone à l'échelle globale.

1. LE MILIEU

L'étude a été conduite dans le terroir du village de Ouronina (commune de Bancoumana), dans le bassin versant de Djitiko (12° 03 N., 8° 22 O). Il est situé en zone climatique soudanienne dans le haut bassin du Niger au Sud Mali. Le régime pluviométrique est de type monomodal, avec le maximum mensuel de pluies en août. Au cours des deux campagnes expérimentales (1998 et 1999), la pluviosité a été respectivement de 995 mm et de 1355 mm (mesurée par un pluviomètre au niveau des parcelles d'érosion). Ces valeurs se situent de part et d'autre de la moyenne interannuelle régionale (1 076 mm) mesurée à Kangaba (sur la période 1939-1995), station climatique de référence située à 20 km. Les observations ont donc eu lieu une année légèrement déficitaire (en 1998) et une année fortement excédentaire (en 1999).

Le substratum géologique est formé du socle précambrien (constitué de granite et schiste), couvert par des altérites et des alluvions atteignant 15 m à 35 m d'épaisseur. Les parcelles d'érosion sont placées, d'une part, sur un sol brun vertique et, d'autre part, sur un sol ferrugineux tropical rouge. Ces deux types de sols ont été choisis du fait de leur importance dans les programmes actuels d'intensification agricole au Mali. Ils ont un taux d'argile similaire (de l'ordre de 26 %) et se différencient principalement par la composition du complexe absorbant : il est près de deux fois plus important sur le sol brun vertique que sur le sol rouge. Le sol brun est un sol basique à argile montmorillonitique à CEC élevée alors que les argiles des sols ferrugineux sont essentiellement kaoliniques. Enfin, les sols vertiques sont situés en bas de la toposéquence étudiée.

La durée du cycle cultural est de l'ordre de 120 jours par an (Sivakumar, 1989). La végétation naturelle est une savane arborée (à *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*, *Isobertinia doka* et diverses combrétacées), avec un tapis graminéen très dense et essentiellement annuel. Le mode de gestion actuel de la biomasse est caractérisé par le passage annuel des feux de brousse (brûlant végétation spontanée et résidus de culture) et le surpâturage des parcours et des champs par les troupeaux de bovins. La rotation coton-maïs est encouragée par les services techniques du ministère chargé de l'agriculture. Le labour à traction bovine atteint une profondeur de l'ordre de 12 cm. Nos mesures d'état de surface mettent en évidence un net contraste entre saison sèche et saison humide, et une nette différence entre jachère et milieu cultivé (Diallo 2000). Il apparaît que le couvert végétal est toujours inférieur sur le sol rouge (SR), surtout en saison des pluies. Le travail minimum du sol permet d'atteindre un recouvrement quasi total (98 %) de la surface du sol. Par contre, c'est la vieille jachère qui donne un meilleur recouvrement en fin de saison sèche : sur sol brun, 41 % contre 13 % et 21 % pour respectivement le labour et le semis direct. Sur sol rouge, le recouvrement descend jusqu'à seulement 8 % avec une parcelle de labour (contre 34 % pour la parcelle de jachère).

2. MÉTHODES

2.1. Évaluation du stock de carbone de l'horizon superficiel

Le prélèvement de sol pour le dosage du carbone au laboratoire a porté sur les 10 premiers centimètres du sol avec trois répétitions sur chaque sol et en fonction de son occupation. Ces prélèvements ont été effectués en saison sèche à la fin de l'automne 1997 puis en début 2000.

2.2. Expérimentation au champ

Les résultats expérimentaux faisant l'objet de cet article sont obtenus sur des parcelles de 100 m² où la pente est comprise entre 1 % et 2 %.

Trois occupations du sol (vieille jachère, culture de maïs puis coton avec la pratique du labour conventionnel, culture avec travail minimum du sol), choisies en fonction des pratiques locales et des objectifs d'amélioration des agrosystèmes, sont testées dans un dispositif incluant des parcelles nues travaillées et sarclées, représentant le « témoin universel ». La jachère arbustive est vieille d'au moins vingt ans. Les cultures sont installées sur des parcelles exploitées par les paysans depuis plus de cinq ans. Le labour est pratiqué en début de saison des pluies, juste avant le semis. Dans le cas de la parcelle cultivée avec travail minimum du sol, en début de saison, les adventices de 15 cm à 20 cm de haut sont tuées par un herbicide total. La parcelle est ainsi couverte par une fine couche de *mulch*. Elle est ensuite travaillée à la pioche sur 15 cm de profondeur, uniquement sur les lignes de semis, juste avant de semer les cultures. Par la suite, l'entretien des cultures est assuré en faisant deux sarclages manuels 15 et 45 jours après le semis.

Les parcelles d'érosion (20 m x 5 m) ont été aménagées de façon classique (Roose, 1980 ; Diallo, 2000). Chaque parcelle est isolée au milieu d'un champ par

des tôles de 25 cm de large, fichées dans le sol sur 15 cm pour éviter tout débordement du ruissellement. À l'aval, un canal réceptionne le ruissellement, et les terres de fond (sables et agrégats, TF) qui circulent par charriage sont collectées dans une première cuve de sédimentation. Puis, les eaux qui débordent avec les suspensions (MES) sont collectées dans deux cuves en béton reliées par un partiteur à tubes. À chaque pluie, sont mesurées les hauteurs de pluie (à 0,1 mm près), la lame ruisselée (à 0,05 mm près), les terres de fond (par pesée humide dans un volume constant en kg ha^{-1}) et les suspensions (turbidité en g l^{-1}). Les paramètres calculés sont le coefficient de ruissellement annuel moyen (KRAM en % de la pluie annuelle), la pluie d'imbibition sur sol à l'état sec (Pis en mm) et à l'état humide (Pih), l'érosion totale (E en $\text{t ha}^{-1}\text{an}^{-1}$) qui cumule les pertes de terre sous forme de sédiments grossiers circulant par charriage (TF en $\text{t ha}^{-1}\text{an}^{-1}$) et les matières en suspension sous forme de sédiments fins (MES en $\text{t ha}^{-1}\text{an}^{-1}$), qui peuvent circuler jusqu'au réseau hydrographique.

Après chaque pluie donnant lieu à un ruissellement, trois échantillons sont prélevés par parcelle : un échantillon d'eau de ruissellement, un échantillon de terre de fond et un échantillon des matières en suspension. Ces échantillons sont stockés au laboratoire et les terres sont séchées à l'abri de la lumière et des fortes chaleurs. En fin de campagne, pour limiter le nombre d'analyses, nous avons réalisé des échantillons moyens, représentatifs des quatre périodes fonctionnelles de la campagne culturale : des premières pluies à la date du labour (de mai à fin juin), le mois de juillet (allant jusqu'au buttage), le mois d'août, et de septembre jusqu'à la récolte, en novembre ou décembre.

2.3. Dosage du carbone organique et évaluation de la perte de carbone par érosion

Le dosage du carbone organique particulaire (POC) sur les échantillons de sols, sédiments et suspensions, a été fait au laboratoire commun du CIRAD (Montpellier) sur un CHN (Fisons Instrument Na 2000 N-Protein). Le dosage du carbone organique dissous (DOC) sur les échantillons d'eau de ruissellement a été réalisé au laboratoire des sols de l'IRD (Montpellier) sur un Shimadzu TOC-5000. Connaissant le volume d'eau ruisselé et les pertes en terre (TF + MES), il est possible d'évaluer la perte de carbone organique particulaire dans les sédiments et de carbone organique dissous dans les eaux de ruissellement.

3. RÉSULTATS

3.1. Le stock de carbone organique dans le sol

Le stock de carbone dans les 10 premiers centimètres du sol est fonction du type de sol, des techniques culturales et du mode de gestion de la biomasse végétale (tab. 1). Le sol brun vertique montre des stocks trois fois plus importants que ceux du sol ferrugineux tropical : $42,7 \text{ t ha}^{-1}$ contre $14,3 \text{ t ha}^{-1}$ en situation de jachère. Le stock de carbone du sol sous jachère est toujours nettement supérieur à celui noté sur parcelle cultivée en utilisant le labour conventionnel. Par contre, sur parcelle cultivée avec la technique du travail minimum du sol, le stock de carbone est du même ordre de grandeur que celui mesuré sous jachère : ceci montre l'importance du sous-étage sur l'érosion et sur l'apport de carbone au sol.

Les rapports C/N sont toujours élevés (de l'ordre de 15 à 16), ce qui désigne une matière organique relativement mal décomposée et pauvre en azote sur tout le profil.

3.2. Caractéristiques du ruissellement

Les mesures faites au cours des deux campagnes (1998 et 1999), sur parcelles de 100 m² montrent que les valeurs caractéristiques du ruissellement (KRAM, Pis et Pih des tableaux 3 et 4) diffèrent selon le type de sol et son occupation (végétation naturelle, milieu cultivé). Dans chaque cas, les caractéristiques du ruissellement sont influencées par la quantité annuelle de pluie.

3.2.1. Coefficient de ruissellement annuel moyen

Le coefficient de ruissellement annuel moyen est plus faible sur sol brun vertique que sur sol ferrugineux tropical, et cela, quelles que soient la couverture végétale et les techniques culturales : en moyenne, 27 % sur sol brun contre 34 % sur sol ferrugineux rouge. La parcelle de jachère ruisselle environ deux fois moins que la parcelle nue (22 % contre 39 % en moyenne). Toutes les parcelles cultivées montrent un plus fort coefficient de ruissellement par rapport à la jachère : 36,3 % sur parcelle labourée et 25,3 % sur parcelle de travail minimum du sol. Le travail minimum du sol et le maintien de la litière entre les lignes réduit de 30 % le ruissellement des champs labourés.

3.2.2. Pluie d'imbibition

Le sol brun vertique montre les plus fortes valeurs de pluie d'imbibition : en moyenne, 21,4 mm sur sol brun contre 13,6 mm pour le sol ferrugineux à l'état sec et, respectivement, 10,1 mm et 8,5 mm à l'état humide. Le ruissellement commence donc plus tardivement sur les sols bruns et nécessite des pluies plus abondantes que sur sol ferrugineux.

Il faut noter d'autre part que la pluie d'imbibition dépend de l'occupation du sol et des pratiques culturales : à l'état sec, elle est de l'ordre de 20 mm en milieu cultivé, labouré ou pas, contre, respectivement, 15 mm et 14,1 mm pour la jachère (végétation naturelle) et la parcelle nue (deux surfaces couvertes de pellicules de battance lors des premières pluies). Le travail du sol augmente donc temporairement la rugosité de la surface du sol et sa capacité d'infiltration.

Tab. 1. Qualité chimique de l'horizon de surface (0 cm-10 cm) du sol brun vertique (SB) et du sol rouge ferrugineux (SR) sous différents usages culturaux en novembre 1997 et en janvier 2000 (moyenne de 3 répétitions par prélèvement)

Propriétés du sol	Sol brun vertique (SB)						Sol rouge ferrugineux (SR)					
	Jachère		Labour		TMS	nu	Jachère		Labour		TMS	nu
	1997	2000	1997	2000	2000	2000	1997	2000	1997	2000	2000	2000
pF 2,5 (%)	49,7	-	45,1	-	-	-	26,9	-	27,7	-	-	-
pF 3 (%)	33,1	-	36,5	-	-	21,0	-	19,5	-	-	-	-
Granulométrie												
Argile (%)	27,1	20,8	25,8	27,5	20,8	35,6	24,8	20,8	14,4	13,1	14,2	14,2
Limon (%)	58,0	68,3	58,0	54,3	69,3	37,2	51,6	51,8	54,3	56,8	65,2	65,2
Sable (%)	14,9	10,9	16,2	18,2	9,9	27,2	23,6	27,4	31,3	30,1	20,6	20,6
Complexe absorbant (*)												
Ca (meq/100 g de sol)	24,1	20,7	18,4	25,0	24,1	4,5	3,5	2,8	1,6	2,3	3,3	3,3
Mg (meq/100 g de sol)	8,1	5,9	6,3	8,6	6,0	3,0	2,4	1,4	0,7	1,1	1,2	1,2
K (meq/100 g de sol)	1,1	0,7	0,8	0,6	0,9	0,3	0,4	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1
CEC (meq/100 g de sol)	35,1	26,4	27,7	35,0	31,2	8,8	6,7	5,0	3,2	3,8	4,7	4,7
S(Ca, Mg, K, Na) (meq/100 g de sol)	33,4	27,5	25,7	34,3	31,1	7,8	6,3	4,4	2,5	3,7	4,4	4,4
pH (cobalt)	6,6	6,4	6,8	6,5	6,6	5,6	6,2	5,0	5,7	6,5	6,2	6,2
Matière organique (mg g ⁻¹)	-	6,61		6,55	7,04	-	1,89		1,19	1,49	1,26	1,26
C (mg g ⁻¹)	2,29	3,84		3,81	4,10	1,15	1,10		0,69	0,87	0,74	0,74
N (mg g ⁻¹)	0,15	0,246		0,231	0,250	0,075	0,074		0,048	0,062	0,051	0,051
C/MO	-	0,58		0,58	0,58	-	0,58		0,58	0,58	0,59	0,59
C/N	15,3	15,6		16,5	16,4	15,3	14,9		14,4	14,0	14,5	14,5

(*) Méthode cobalti-hexamine

Tab. 2. Influence du type de sol et de la gestion de la biomasse sur le ruissellement (valeurs moyennes de 1998 et 1999)

Occupation du sol et pratiques agricoles	Coefficient de ruissellement annuel moyen (KRAM %)		
	Sol brun vertique	Sol ferrugineux tropical	Moyenne
Parcelle nue	32,6	45,5	39,1
Jachère	21,6	21,9	21,8
Labour	27,4	45,2	36,3
Travail minimum du sol	25,8	24,8	25,3
Moyenne	26,9	34,4	

3.3. Les pertes en terre

Les plus fortes érosions annuelles sont mesurées sur le sol ferrugineux tropical quels que soient le couvert végétal et les pratiques culturales. Sur les deux types de sol, l'érosion mesurée sur parcelle labourée est nettement plus importante que celles mesurées sous jachère et sur parcelle de travail minimum du sol. Il faut noter que la perte en terre varie d'une année à l'autre, quels que soient le sol et son occupation, en fonction de l'agressivité des pluies.

Tab. 3. Influence du type de sol et du mode de gestion de la biomasse sur l'érosion annuelle

Occupation du sol et pratiques agricoles	Érosion annuelle t ha ⁻¹ an ⁻¹		
	Sol brun vertique	Sol ferrugineux tropical	Moyenne
Parcelle nue	43,1	46,8	45,0
Jachère	1,7	4,8	3,3
Labour	14,1	21,4	17,8
Travail minimum du sol	6	7,4	6,6

3.4. Les pertes de carbone

3.4.1. Les teneurs en carbone dissous (DOC) des eaux de ruissellement

Les teneurs des eaux de ruissellement en carbone organique dissous (DOC) varient nettement d'une année à l'autre : de 1 mg l⁻¹ à 4 mg l⁻¹ en 1998 et environ de 10 mg l⁻¹ à 13 mg l⁻¹ en 1999. L'influence des pratiques agricoles sur ces teneurs n'est pas nette. Cependant, les eaux de ruissellement issues des parcelles

« travail minimum » présentent, le plus souvent, les plus faibles teneurs en carbone dissous.

3.3.2. *Les teneurs des sédiments en carbone organique particulaire (POC)*

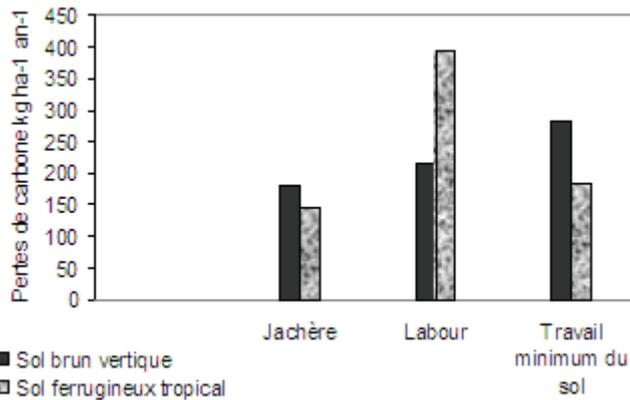
Tout comme les eaux de ruissellement, les sédiments prélevés montrent des teneurs de carbone très variables d'une année à l'autre, mais en sens contraire. La comparaison des teneurs en POC pour diverses pratiques agricoles montre, dans la plupart des situations, des teneurs plus élevées dans les sédiments issus de jachère, suivis par ceux du travail minimum du sol. Dans tous les cas, à l'opposé des eaux, les sédiments de 1998 sont plus riches en carbone que ceux de 1999, et cela, quels que soient le type de sol et la pratique agricole. Les sédiments fins (MES) montrent, dans le cas général, des teneurs de carbone particulaire plus élevées que les sédiments grossiers, avec un rapport restant inférieur à 2.

3.3.3. *Les pertes annuelles de carbone à l'échelle de la parcelle de 100 m²*

Les pertes de carbone varient beaucoup d'une année à l'autre, quels que soient le type de sol, son occupation et la pratique agricole. Par exemple, sous jachère, les pertes mesurées ont été de 125 kg ha⁻¹ an⁻¹ sur sol brun vertique et de 90 kg ha⁻¹ an⁻¹ sur sol ferrugineux en 1998 contre, respectivement, 238 kg ha⁻¹ an⁻¹ et 202 kg ha⁻¹ an⁻¹ en 1999. Les valeurs moyennes des deux années montrent de plus faibles pertes de carbone sous jachère par rapport aux parcelles cultivées (v. fig. page suivante). Le labour occasionne plus de perte de carbone que le travail minimum (rapport voisin de 2) sur sol ferrugineux tropical, contrairement à ce qui est observé sur sol brun vertique, où la perte de carbone est plus importante avec le travail minimum du sol (sol plus riche, semble-t-il). Dans toutes les situations, les pertes de carbone sont nettement plus importantes sous forme particulaire que dissoute (environ 10/1).

3.3.4. *Évolution des flux de carbone*

Dans une situation (de sol, de couvert végétal ou de pratique culturale) donnée, les flux de carbone sont différents d'une période à l'autre au cours de la saison pluvieuse. De façon générale, ces flux sont plus importants en juillet et août, qui correspondent aussi aux mois les plus pluvieux de l'année.



Influence du type de sol et des pratiques agricoles sur l'érosion du carbone (valeurs moyennes de 1998 et 1999)

4. DISCUSSIONS

4.1. Le stockage du carbone dans le sol

La variabilité du stock de carbone en fonction du sol peut s'expliquer par la nature minéralogique des matériaux pédologiques. Une nette prépondérance de la kaolinite (à faible charge électrique) dans le sol ferrugineux tropical n'est pas favorable au stockage du carbone dans le sol. Les meilleurs stocks enregistrés sous jachère et sur parcelle cultivée avec la pratique du travail minimum du sol peuvent s'expliquer par des raisons différentes. La jachère correspond à une plus longue période d'accumulation et de décomposition des débris végétaux. Ce qui est observé au niveau de la parcelle de travail minimum du sol peut s'expliquer par deux facteurs favorables : la stimulation de la production de biomasse (fertilisation minérale) et l'accélération de l'activité faunique, liée à l'accumulation de *mulch*, suite à l'herbicide de début de saison.

4.2. Ruissellement et érosion

Les différences de caractéristiques de ruissellement et d'érosion observées ici entre sol brun vertique et sol ferrugineux tropical sont principalement liées aux caractéristiques minéralogiques et organiques de ces sols. Toutes ces propriétés qui influent sur la stabilité structurale et la résistance à l'érosion sont plus favorables sur le sol brun vertique en place (Diallo *et al.*, 1998 ; Diallo 2000). En ce qui concerne l'influence du mode de gestion de la biomasse, notons que la jachère et le travail minimum du sol ont le mérite de protéger le sol contre l'agression des pluies et de favoriser l'infiltration. La plus forte érosion annuelle de 1999 est une conséquence de la forte pluie enregistrée.

4.3. Érosion du carbone

La teneur en carbone des eaux de ruissellement et des sédiments semble dépendre des types de sol, et, dans une moindre mesure, des pratiques agricoles :

la concentration en carbone du matériau pédologique influence directement la teneur en carbone des sédiments qui y sont arrachés, de même que celle des eaux qui véhiculent ces sédiments. Cela explique les plus fortes teneurs des eaux et des sédiments issus des parcelles de sol brun vertique, plus riche en carbone que le sol ferrugineux tropical. Dans la même situation pédologique et d'utilisation des sols, la quantité annuelle de pluie semble avoir une nette influence sur la teneur en carbone des eaux de ruissellement et des sédiments. Une forte quantité annuelle de pluie favorise la désagrégation des particules du sol et la libération de la matière organique : les eaux de 1999 sont, en effet, plus riches que celles de 1998. Dans tous les cas, la quantité annuelle de terre érodée et le volume d'eau ruisselé déterminent la quantité de carbone perdue par an, d'où les plus importantes pertes de carbone en 1999. Dans le détail, les pertes de carbone au cours de différentes périodes de la saison restent fonction des précipitations reçues, facteur déterminant le ruissellement et l'érosion, toute condition étant égale par ailleurs.

CONCLUSION

Le stock de carbone dans la couche superficielle du sol dépend fortement du type de sol, de la teneur et du type d'argile, des pratiques agricoles et du mode de gestion de la biomasse. La pratique du travail minimum du sol, testée dans ce milieu pour la première fois, se montre efficace par son influence sur le stock organique du sol, le ruissellement et l'érosion. Son rôle dans le contrôle de la perte de carbone par érosion est comparable à celui de la jachère. Les deux années de mesure ont montré que le labour est responsable d'une plus grande perte de carbone. Cependant, la poursuite des expérimentations est nécessaire pour caractériser davantage l'influence des pratiques agricoles sur les pertes de carbone, en fonction des variations climatiques.

Références bibliographiques

- BIROT P., 1981. *Les processus d'érosion à la surface des continents*. Masson. 607 pp.
- CTFT, 1979. *Conservation des sols au Sud du Sahara*. Min. Coop., Paris, 295 pp.
- DIALLO D., 2000. *Érosion des sols en zone soudanienne du Mali. Transfert des matériaux érodés dans le bassin versant de Djitiko (Haut-Niger)*. Thèse de doctorat de l'université Joseph Fourier de Grenoble : 202 pp.
- DIALLO D., ROOSE E., BARTHÈS B., KHAMSOUK B., ASSELINE J., 1998A. Recherche d'indicateurs d'érodibilité des sols dans le bassin versant de Djitiko (Haut-Bassin du Niger au Sud Mali). *Bull. Réseau Érosion* 18 : 336-347.
- DIALLO D., ROOSE E., BARTHÈS B., 1999. Comparaison de tests d'érodibilité des sols en laboratoire et de mesure sur parcelles d'érosion dans le bassin versant de Djitiko (zone soudanienne du Mali-sud). *Bull. Réseau Érosion* 19 :168 –175.
- FAUCK R., 1956. *Érosion et mécanisation agricole en Casamance (Sénégal)*. Bureau des Sols d'Afrique occidentale, 24 pp.
- FELLER C., BEARE M.H., 1997. Physical control of soil organic matter in the tropics. *Geoderma* 79 : 69-116.
- FOURNIER F., 1967. La recherche en érosion et conservation des sols sur le continent africain. *Sols africains*, 12, 1 : 5-53.

- MIETTON M., 1988. *Dynamique de l'interface litho-atmosphère : érosion en zone de savane au Burkina Faso*. Thèse d'État en géographie, Univ. Grenoble, 511 pp.
- ORANGE D., ARFI R., BENECH V., KUPER M., MARIEU B., SIDIBE I., 2002. Impact de la dynamique hydrologique sur les cycles de nutriments en zone inondable tropicale sahélienne. In Orange D. et al. (édit.) : *Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales*, Colloques et séminaires, IRD, Paris : 259-277.
- ROOSE E., 1967. Dix années de mesure de l'érosion et du ruissellement au Sénégal. *Agron. Trop.* 22, 2 : 123-152.
- ROOSE E., 1978. Pédogenèse actuelle d'un sol ferrugineux complexe issu de granite sous une savane arborescente du plateau Mossi (Haute-Volta) : Gonsé 1968-74. *Cah. ORSTOM Pédol.*, 16, 2 : 193-223.
- ROOSE E., 1979. Dynamique actuelle d'un sol ferrallitique gravillonnaire issu de granite, sous culture et sous savane arbustive soudanienne du Nord de la Côte d'Ivoire : Korhogo, 1967-75. *Cah. ORSTOM Pédol.*, 17, 2 : 81-118.
- ROOSE E., 1981. *Dynamique actuelle de sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique Occidentale. Étude expérimentale des transferts hydrologiques et biologiques de matières sous végétations naturelles ou cultivées*. Thèse de doctorat ès. Sc. de l'Université d'Orléans, Travaux et documents de l'ORSTOM, Paris, n° 130 : 567 pp.
- ROOSE E., PIOT J., 1984. Runoff, erosion and soil fertility restoration on the Mossi Plateau (Upper-Volta) . *AISH*, 144 : 485-498.
- SIVAKUMAR M.V.K., 1989. *Agroclimatic aspects of rainfed Agriculture in the Sudano-Sahelian Zone. Proceedings of an international workshop: Soil, crop, and water management systems for rainfed agriculture in the Sudano-Sahelian Zone (11-16 janvier 1987)*, ICRISAT Sahelian Center Niamey, Niger , 17-38
- STARR G.C., LAL R., MALONE R., HOTHAM D., OWENS L., KIMBLE J., 2000. Modeling soil carbon transported by water erosion process. *Land Degrad. Develop.* II: 83-91.



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

Sous la direction de :

Eric ROOSE

Jean ALBERGEL

Georges DE NONI

Abdellah LAOUINA

Mohamed SABIR

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

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

Sous la direction de

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



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

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

Éditions des archives contemporaines

41, rue Barrault

75013 Paris (France)

Tél.-Fax : +33 (0)1 45 81 56 33

Courriel : info@eacgb.com

Catalogue : www.eacgb.com

ISBN : 978-2-914610-76-6

Référence bibliographique :

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

Crédit iconographique de la couverture :

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

Avertissement

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