

Stockage potentiel de carbone dans les sols avec de systèmes de culture en semis direct avec couverture végétale (SCV) dans les Cerrados brésiliens

Marc CORBEELS^{1,2}, Eric SCOPEL^{1,3}, Fernando A. MACENA DA SILVA³, Martial BERNOUX⁴ and Alexandre Nunes CARDOSO³

¹ UMR System, CIRAD, Avenue Agropolis, 34398 Montpellier Cedex 5, France

² TSBF-CIAT, P.O.Box MP 228, Mt. Pleasant, Harare, Zimbabwe

³ Embrapa-Cerrados, PO Box 8233, 73301-970 Planaltina, DF, Brazil

⁴ UR SeqBio, IRD, 911 Avenue Agropolis, BP64501, 34394 Montpellier Cedex 5, France

1. Introduction

Depuis les années 70, la région des Cerrados a connu une forte expansion de l'agriculture intensive et actuellement à peu près 30% de la végétation naturelle a été convertie en pâturages ou parcelles agricoles. Pour réduire les problèmes de dégradation des sols, les gros producteurs de ces régions ont développé durant les 10-15 dernières années des systèmes de semis direct avec couverture végétale (SCV). Aujourd'hui ces systèmes sont appliqués sur plus de 4 millions d'hectares. Par contre, les petits producteurs de l'agriculture familiale et particulièrement du secteur de la réforme agraire appliquent plus rarement ce type de technologies alors qu'ils rencontrent les mêmes types de problèmes pour la durabilité de la gestion de leurs sols.

L'objectif de cette étude était d'estimer la capacité de séquestration du carbone dans les systèmes en SCV de la région des Cerrados, à la fois chez les petits et les gros producteurs de grains. La méthode a consisté à combiner des données expérimentales mesurant les niveaux de carbone du sol avec une modélisation de la dynamique de cet élément pour analyser et explorer les potentiels de séquestration du C avec un nombre limité mais représentatif de systèmes de culture.

2. Matériels et méthodes

La zone d'étude est située, d'une part dans les municipalités de Rio Verde (17°47'S, 51°55' W) et Montividiu (17°24'S, 51° 14'W) de l'état de Goiás, sur un plateau au centre de la région des Cerrados (pour les gros producteurs), et d'autre part dans celle d'Unai (16° 38'S, 46° 88' W) de l'état du Minas Gerais, à 170 km de Brasilia (pour les petits producteurs). Des parcelles de producteurs en SCV d'âges différents ont été échantillonnées (0-20 cm) pour déterminer les teneurs en C et N et la densité apparente du sol. Pour servir de référence les sols de situations sous végétation naturelle des Cerrados ont aussi été caractérisés.

Le modèle G'DAY

Nous avons utilisé un modèle générique de décomposition organique et rendements des cultures (G'DAY, décrit en détails par Comins et McMurtrie 1993) pour simuler les changements de C et N du sol en fonction de la gestion des cultures. G'DAY est un modèle liant sol et plante qui utilise le sous-modèles bien connu CENTURY pour simuler la décomposition de la matière organique CENTURY (Parton et al. 1993).

3. Résultats et discussion

3.1. C et N dans les sols ferrallitiques des gros producteurs de Rio Verde–Montividiu

Les teneurs en C organique des sols en surface (0-20 cm) sont fortement liées à leur teneur en argiles+limons et au nombre d'années en SCV (ces deux facteurs expliquant 76% de la variabilité de l'échantillon). L'augmentation moyenne ($P < 0.001$) de la teneur en MOS (0-20 cm, corrigée pour les variations de densité apparentes) a été de 0.83 Mg/ha/an. Le N total du sol (0-20 cm) a augmenté ($P < 0.05$) en moyenne de 79 kg/ha/an sous SCV.

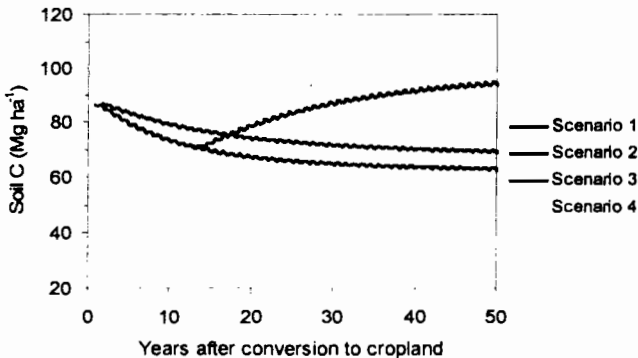
C et N dans les sols des petit producteurs à Unai

Cette zone est caractérisée par une large gamme de types de sols de différente texture qui s'accompagne également d'une large variabilité de leur teneur en C : 40 % de la variabilité en C du sol est expliquée par la teneur en argile+limon.

3.2. Les simulations par modèle

Les simulations ont été réalisées avec l'hypothèse que le modèle estime de façon raisonnablement correcte la production totale de biomasse des cultures ainsi que leur rendement s en grains, et par conséquent les restitutions en C au système. Cet élément est en effet déterminant sur la dynamique du C et donc sur la capacité du modèle à la rendre correctement.

La figure 1 représente un exemple des sorties du modèle. Elle montre les changements de MOS simulés pour un différents type de systèmes de culture continus sur un sol ferrallitique argileux (5 % de limons, 75 % d'argiles) et sablo-argileux (5 % de limon, 40 % d'argile), classiquement rencontrés dans la région, durant 30 ans après défriche de la végétation naturelles des Cerrados.



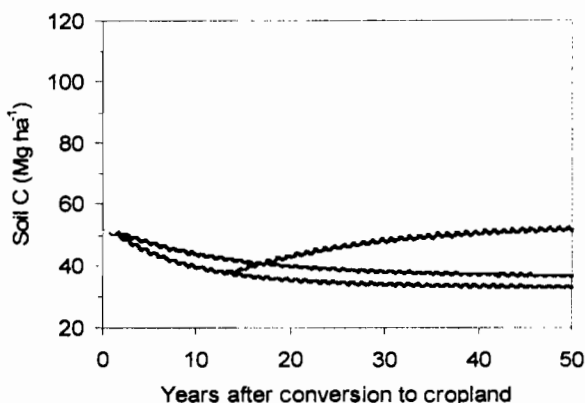


Figure 1. Evolution simulée des teneurs en C organique (a) et en N total (b) dans la strate 0-40 cm d'un sol ferrallitique argileux ou sablo-argileux pour différents scénarios de systèmes de culture à Rio Verde/Montividiu. Scénario 1: monoculture de soja en conventionnel CT; Scénario 2: monoculture du soja en semis direct SD; Scénario 3: monoculture de soja en CT (13 ans) suivi par un SCV Soja-Maïs; Scénario 4: SCV Soja-Maïs; L'année 0 représente les conditions initiales sous végétation naturelle des Cerrados (type Cerrado *sensu strictu*).

CT: preparation conventionnelle ; SD: semis direct; SCV: semis direct avec couverture végétale

En relation avec les résultats expérimentaux, le modèle a simulé que l'intensification des systèmes de culture par l'utilisaton de SCV en remplacement de la monoculture du soja chez les gros producteurs conduit à un important stockage du carbone dans le sol. Nous avons simulé une accumulation nette pouvant aller de 0.53 à 1.03 Mg C ha⁻¹ an⁻¹ (0-40 cm) durant les 12 premières années en fonction de la texture du sol. Le stockage de ce carbone peut se faire parce que les sols en ont auparavant perdu durant de nombreuses années en monoculture du soja. Comme l'illustrent les simulations avec G'DAY des quantités de C bien inférieures sont stockées sous SCV lorsque ce dernier est appliqué juste après défriche.

En contraste, chez les petits producteurs, les quantités de carbone stockées dans les sols, même en SCV, sont bien plus faibles. L'augmentation des stocks de C du sol sous semis direct se doit essentiellement à l'introduction d'une deuxième culture dite de couverture qui permet une plus grande production primaire nette du système amenant à une augmentation des restitutions organiques au sol. Cela signifie que les bilans nets d'autres éléments nutritifs liés à la productivité globale du système jouent un rôle crucial sur ce stockage du carbone. Dans le cas des petits producteurs, les difficultés d'accès à des fertilisants chimiques et les moindres niveaux de productivité conduisent à de moindre stockage en C dans les sols, même en SCV.

4. Conclusions

Cette étude a démontré le potentiel des systèmes en SCV afin de maintenir les stocks de carbone organique des sols des Cerrados, surtout chez les gros producteurs intensifs de grains. Une estimation grossière issue de ces travaux montre que des 6 millions d'ha en culture avec des SCV des Cerrados on peut espérer un stockage de 4.9 Tg C an⁻¹ durant les 12 première années suivant le passage en SCV. Ceci représenterait un équivalent de 18.3 Tg CO₂ an⁻¹, ce qui en fait un puits important sachant que par ailleurs les flux nets de CO₂ issus des sols au Brésil en fonction de leur utilisation, leur changement d'utilisation, et de l'activité forestière ont été estimés à 46.4 Tg CO₂ an⁻¹ durant la période 1975-95.

5. Références

- Comins HN and McMurtrie RE (1993). Long-term response of nutrient-limited forests to CO₂ enrichment: equilibrium behavior of plant-soil models. *Ecological Applications* 3, 666-681.
- Parton WJ, Scurlock JMO, Ojima DS, Gilmanov TG, Scholes RJ, Schimel DS, Kirchner T, Menaut J-C, Seastedt T, Garcia Moya E, Kamnalrut A and Kinyamario JI (1993). Observations and modeling of biomass and soil organic matter dynamics for the grassland biome worldwide. *Global Biogeochemical Cycles* 7, 785-809.

26

Avril 2008

**TERRE
MALGACHE**



**SPECIAL
SEMIS DIRECT**

**TANY
MALAGASY**



MACARTHUR

The John D. and Catherine T. MacArthur Foundation

**UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ECOLE SUPERIEURE DES SCIENCES AGRONOMIQUES**