

Séquestration du carbone pour deux systèmes de culture, traditionnel et semis direct sous couvert végétal, au Laos.

Sylvain HUON¹, Hendrina DE ROUW², Olivier RIBOLZI², Thierry Henry DES TUREAUX², Daniel BILLIOU¹, Emmanuel BOURDON², Bounsamai SOULILEUTH³, Oloth SENGTAHEUANGHOUNG³, Claire CHENU¹ et Christian VALENTIN²

¹ UMR 7618 Bioemco. UPMC. Case 120, 4 place Jussieu. 75252 Paris cedex 05 (France) (huon@ccr.jussieu.fr).

² UR 176 Solutions IRD (France et Laos)

³ NAFRI BP06. Vientiane (Laos).

1. Introduction

Certaines pratiques agricoles comme le semis direct sous couvert végétal (SCV, Capillon et Seguy, 2002) permettent d'augmenter le stockage de carbone dans les sols par rapport aux techniques traditionnelles de labour. Elles offrent ainsi des perspectives temporaires pour limiter le flux de CO₂ vers l'atmosphère produit par la minéralisation des matières organiques. On évalue l'augmentation des entrées de carbone dans le sol par cette technique à $0,20 \pm 0,13 \text{ tC} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$ (INRA, 2002). L'efficacité du SCV sur le stockage de carbone en milieu tropical reste encore mal connue car température élevée, fortes précipitations et activité biologique soutenue favorisent la minéralisation. Dans le cadre du projet FFEM au Laos, des expérimentations en semis direct sous couvert végétal, en alternative à des modes traditionnels de culture (défriche-brûlis, labour), ont été mises en œuvre entre 2002 et 2007 sur : 1) le site de Ban Napok (cultures de la plaine du Mékong) et 2) le bassin versant de Houay Pano (cultures sur fortes pentes). L'objectif de cette présentation est d'exposer les principaux résultats en se focalisant sur les expérimentations en plaine pour lesquelles nous disposons de l'intégralité des résultats au moment de la rédaction de ce résumé.

2. Matériel et methods

Pour le premier site comporte 4 répétitions de 15 x 25 m avec des parcelles témoins, cultivées en maïs (plante en C₄, $\delta^{13}\text{C}_{\text{feuille}} = -11,7 \text{ ‰}$) avec labour annuel et des parcelles cultivées en maïs par semis direct sous mulch et sans labour avec couverture de *Brachiana ruziziensis* (plante en C₄, $\delta^{13}\text{C}_{\text{feuille}} = -13,2 \text{ ‰}$). Pour le second site, l'expérimentation a porté sur deux sous-bassins versants de 0.6-0.7 ha à fortes pentes, l'un étant maintenu en culture par défriche-brûlis traditionnel avec jachère de 2 ans, l'autre étant cultivé en "Larmes de Job" (plante en C₄, $\delta^{13}\text{C}_{\text{feuille}} = -13,6 \text{ ‰}$) en semis direct sous couverture de *Brachiana ruziziensis*, alors que la culture dominante était le riz pluvial (plante en C₃, $\delta^{13}\text{C}_{\text{feuille}} = -31,1 \text{ ‰}$).

Les stocks de carbone et la composition isotopique $\delta^{13}\text{C}$ des matières organiques des sols, avant et après expérimentation, ont été mesurés sur 3 fractions granulométriques (<50, 50-200 et 200-2000 μm) provenant des 40 premiers cm des sols. Tous les sols ont été analysés pour l'état initial de 2002. Les résultats obtenus ont montré qu'un échantillonnage aléatoire plus réduit pouvait être effectué pour l'état final (2006 pour Ban Napok et 2007 pour Houay Pano). Le tirage aléatoire de 10 sols par traitement est fondé sur la stabilité du coefficient de variation σ / m (écart-type / moyenne) en fonction des stocks moyens de carbone organique.

3. Résultats

Les 54 sites prélevés du site de Ban Napok reflètent un sol acide à faible CEC, à forte teneur en sables fins et de densité apparente élevée ($1,25 \pm 0,08$ à $1,53 \pm 0,06 \text{ g.cm}^{-3}$). Les stocks moyens de carbone organique augmentent de $1,3 \pm 0,2 \text{ kgC.m}^{-2}$ en surface (0-10 cm) à $4,6 \pm 0,2 \text{ kgC.m}^{-2}$ plus en profondeur (30-40 cm). Les matières organiques des fractions granulométriques fines (<50 μm) sont enrichies en ^{13}C en moyenne de ca. 2 ‰ par rapport aux fractions les plus grossières (200-2000 μm). La composition isotopique des fractions 50-200 μm est intermédiaire. On retrouve un enrichissement moyen du même ordre de grandeur entre les horizons de surface (0-10 cm) et les horizons plus profonds (30-40 cm) des sols. Cet enrichissement systématique pourrait correspondre à l'incorporation en surface et dans les faibles granulométries de matières organiques plus anciennes provenant probablement de graminées naturelles en C_4 ou directement de cultures d'Eleusine (plante en C_4 , $\delta^{13}\text{C}_{\text{feuille}} = -13,5 \text{ ‰}$) mises en place en 2001 avant expérimentation. Après 4 années de culture, on n'observe pas de différence significative entre les quantités totales de biomasse (litières + végétaux sur pied) pour les parcelles labourées ($21,7 \text{ t.m}^{-2}$) et pour les parcelles cultivées en semi-direct ($21,5 \text{ t.m}^{-2}$). La densité apparente des sols a augmenté, passant à $1,52 \pm 0,05 \text{ g.cm}^{-3}$ pour 0-10 cm et $1,64 \pm 0,04 \text{ g.cm}^{-3}$ pour 30-40 cm. Cette évolution correspond vraisemblablement à une re-structuration des sols pendant la mise en culture. Les stocks moyens de carbone organique et d'azote total des sols mesurés après expérimentation sont supérieurs à ceux de l'état initial, que ce soit pour le labour ou pour le S C V (Tableau I).

Tableau I - Stockage moyen de carbone organique et d'azote total mesurés pour les deux traitements entre 2002 et 2006 et différence entre les deux traitements (expérimentation du site de Ban Napok)

Profondeur (cm)	Stock C Labour (gC m ⁻²)	Stock N Labour (gN.m ⁻²)	Stock C SCV (gC m ⁻²)	Stock N SCV (gN.m ⁻²)	ΔC (gC.m ⁻²) Labour / SCV	ΔN (gN.m ⁻²) Labour / SCV
0-5	91 ± 223 **	4 ± 17	285 ± 149	29 ± 14 *	-195 ± 91 ***	-25 ± 7 ***
5-10	102 ± 123 **	6 ± 10	-42 ± 213	-1 ± 24	145 ± 80	8 ± 8
10-20	237 ± 360 **	72 ± 50 **	52 ± 285	55 ± 41	184 ± 155	17 ± 22
20-30	320 ± 323 **	20 ± 19 **	25 ± 134	10 ± 21	295 ± 122 ***	10 ± 9
30-40	223 ± 380 **	223 ± 280 **	116 ± 107	116 ± 107	106 ± 105	-3 ± 4
0-40	972 ± 746	112 ± 38	437 ± 651	106 ± 65	536 ± 333	7 ± 24

Stock C ou N = différence entre stocks moyens de carbone ou d'azote entre 2006 et 2002

Différences significatives à : * $p < 0,001$, ** $0,001 < p < 0,01$, *** $0,01 < p < 0,05$

Compte tenu d'écart types élevés, les différences entre stocks moyens de carbone organique et d'azote total ne sont réellement significatives que pour l'horizon de surface (0-5 cm) de l'expérimentation en SDCV. L'accroissement net du stock moyen de carbone par rapport à celui du labour y est de $1,95 \pm 0,9$ tC.ha⁻¹ après 4 années de culture (environ 0,5 tC.ha⁻¹.an⁻¹). Les matières organiques des fractions granulométriques fines (<50 et 50-200 µm) des sols en 2006 sont enrichies en ¹³C, indiquant l'incorporation de carbone provenant des cultures de maïs et des plantes de couverture en C₄. Cet enrichissement est nettement plus marqué pour le SCV que pour le labour maïs décroît rapidement avec la profondeur (en moyenne de 1,7 - 2,9 ‰ en surface à seulement 0,4 - 0,6 ‰ pour 10-20 cm). Si la fraction de "carbone nouveau" est plus importante pour le SCV que pour le labour, cette incorporation n'est pas rigoureusement reflétée dans l'augmentation des stocks de carbone en profondeur.

4. Conclusions

Le résultat des expérimentations menées pendant 4 années sur le site de Ban Napok montre un accroissement net du stock de carbone organique du SCV d'environ 0,5 tC.ha⁻¹.an⁻¹ par rapport au labour maïs qui n'affecte de manière significative que l'horizon le plus superficiel des sols (0-5 cm). L'incorporation de carbone nouveau se fait dans les fractions granulométriques de faible taille, <50 µm et surtout 50-200 µm, ce qui est à mettre en relation avec les caractéristiques particulières de ces sols.

5. Références

- Capillon A. & Seguy L. (2002). Ecosystèmes cultivés et stockage de carbone. Cas des systèmes de culture en semis direct avec couverture végétale. C.R. Acad. Agric. Fr. 88, 5 : 63-70.
- INRA (2002). Stocker du carbone dans les sols agricoles en France. Rapport d'expertise collective. 32 p.