

Variations de stock de carbone dans le sol au cours du cycle jachère arborée-culture

Zone soudanienne du Cameroun

Jean-Michel Harmand*, Clément Forkong Njiti**, France Bernard-Reversat***,
Christian Feller***, Olivier Robert*

La jachère peut être considérée, du point de vue agro-écologique, comme une phase d'accumulation de carbone et d'éléments minéraux pour l'écosystème. Au moment de la remise en culture, les nutriments immobilisés sous forme organique sont restitués selon différents rythmes : celui du brûlis de la végétation aérienne donnant une accumulation brutale de cendres à la surface du sol ou celui de la décomposition de la matière organique (MO) pour ce qui concerne les débris végétaux du sol, les racines et la nécromasse aérienne non brûlée. Dans un contexte de forte exploitation de la biomasse aérienne, ce qui est le cas lorsque la densité de population est élevée, l'accumulation de carbone et d'éléments minéraux dans le sol et les systèmes racinaires pourrait être le facteur déterminant de l'efficacité agronomique de la jachère (Schroth *et al.*, 1995). En s'appuyant sur différents types de jachère, l'objectif de cette étude est alors de comprendre les variations de stocks de carbone de l'horizon zéro-vingt centimètres, à la fois dans la phytomasse racinaire (Crac) et dans la terre fine (0-2 mm) [Ctf], au cours du cycle jachère-culture.

Matériel et méthodes

Description du site

L'étude a été conduite dans le village de Ngong à quarante kilomètres au Sud de Garoua dans le bassin de la Bénoué dans le Nord du Cameroun. Cette région présente un climat de type soudanien caractérisé par deux saisons fortement contrastées : une saison sèche, qui s'étale sur six à sept mois, et une saison humide. La pluviosité moyenne annuelle de la zone d'étude est de mille cinquante millimètres. Le sol, dont les caractéristiques chimiques figurent au tableau I, est de type ferrugineux, formé sur des grès du Crétacé moyen. Les horizons de surface sont chimiquement pauvres en rapport avec la texture sableuse et un faible taux de matière organique (teneur en carbone inférieure à 3 p. mille). Le taux d'argile et limons fins, inférieure à dix pour cent dans l'horizon zéro-dix centimètres, atteint quarante pour cent à un mètre de profondeur. Cette texture plus argileuse en profondeur permet une réserve en éléments nutritifs qui peut être recyclée par les arbres de la jachère.

* Cirad, B.P. 5035, 34032 Montpellier cedex (France).

** Irad, B.P. 415, Garoua (Cameroun).

*** Irad (ex-Orstom), 211 rue La Fayette, 75480 Paris.

Tableau I. Caractéristiques chimiques du sol de Ngong après dix ans de culture continue.

Horizon	Argile + limons fins	C total	N total	PHeau	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	S*	CEC*	S/T
(cm)	(%)	mg.g ⁻¹ de sol				(meq/100g)				
0-20	9,2	2,5	0,3	5,83	0,79	0,18	0,06	1,05	1,28	0,81
20-40	11,7	1,8	0,24	5,54	0,49	0,12	0,04	0,68	0,84	0,81
40-60	20,3	1,6	0,23	5,17	0,93	0,28	0,07	1,30	1,59	0,82
60-70	29,9	1,7		5,75	1,79	0,56	0,07	2,45	2,66	0,92
70-90	36,4	1,6		5,87	2,29	0,80	0,06	3,17	3,38	0,94

S : somme des bases échangeables (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺);

CEC, T : capacité d'échange cationique

La mise en culture du site a eu lieu en 1977-1978, après défrichement de la savane arborée constituée essentiellement de *Burkea africana*, *Terminalia* spp., *Combretum* spp. et *Butyrospermum parkii*. Le système de culture cotonnier-arachide, en rotation biennale, avec fertilisation de base N-P-K sur le cotonnier, a été pratiqué par le paysan pendant une dizaine d'années. En 1989, le paysan a remis la parcelle à l'Institut de la recherche agricole pour le développement au Cameroun (Irada) en invoquant une mauvaise réponse du cotonnier à la fertilisation minérale.

Le protocole expérimental

En juillet 1989, les jachères arborées ont été installées dans un dispositif en blocs comprenant trois répétitions. Les dimensions des parcelles unitaires étaient de vingt-huit mètres sur vingt-huit ; celles des parcelles utiles (hors bordures) de vingt mètres sur vingt. Les plantations d'arbres ont été effectuées à écartement de quatre mètres sur quatre, soit une densité de six cent vingt-cinq pieds à l'hectare, ce qui représente quarante-neuf arbres par parcelle unitaire et vingt-cinq par parcelle utile. Les parcelles ont été cultivées en arachide en 1989 puis en coton en 1990 selon la méthode taungya. La mise en jachère a eu lieu en 1991 avec protection des peuplements contre le feu et le pâturage. Trois jachères ligneuses ont été comparées :

- *Acacia polyacantha*, espèce locale fixatrice d'azote, a la particularité de produire une gomme arabique Adure@ pouvant faire l'objet d'une exploitation commerciale ;

- *Eucalyptus camaldulensis*, espèce exotique acclimatée, est fréquemment plantée par les paysans de cette région pour produire du bois de service. Le dispositif comprenait également une jachère herbacée spontanée établie en 1991 ;

- L'espèce exotique et acclimatée *Senna siamea* n'ayant pas été prévue dans le dispositif initial, elle a été installée en 1990 sur une parcelle de vingt-huit mètres sur vingt-huit en contiguïté de l'essai mais sur un sol sensiblement plus riche en éléments fins.

Dans la suite de l'énoncé, les trois espèces *A. polyacantha*, *S. siamea* et *E. camaldulensis*, seront nommées par leur nom de genre pour ne pas alourdir le texte.

En 1996, la défriche et la remise en culture de la jachère de cinq ans ont été effectuées selon les modalités suivantes :

- en janvier 1996, les arbres ont été coupés et le bois de diamètre supérieur à trois centimètres a été exporté ;

- en mars 1996, les résidus d'exploitation ont été étalés sur les parcelles, puis brûlés avec la litière ;

- en juillet 1996, le labour en traction animale a été effectué dans de bonnes conditions malgré les racines et les souches des arbres. La rotation cotonnier-maïs a été pratiquée de 1996 à 1998.

Mesures du carbone du sol

Carbone de la terre fine

En juin 1989, avant la mise en place de l'essai, la teneur du sol en carbone a été estimée sur des échantillons composites de quatre prélèvements par parcelle à la profondeur zéro-vingt centimètres. Les processus de décomposition et d'humification ayant lieu préférentiellement dans les horizons supérieurs du sol avec l'incorporation de la litière et le renouvellement racinaire, les changements attendus des matières organiques du sol sont plutôt en surface avec probablement un gradient vers la profondeur. Par conséquent, il a semblé judicieux en 1995, après quatre ans de jachère, et en 1998, après deux ans de remise en culture, de mesurer la teneur en carbone dans les horizons zéro-dix et dix-vingt centimètres. Dans chaque parcelle, deux échantillons composites de huit prélèvements ont été réalisés par horizon. Les analyses chimiques des sols ont été réalisées au laboratoire du Programme agronomie du Cirad-Amis à Montpellier. La densité apparente du sol a été déterminée en 1995, pour chaque horizon, avec la technique du cylindre : six répétitions ont été faites dans deux fosses pédologiques sur chaque parcelle et chaque horizon. Le fractionnement granulométrique de la matière organique de la terre fine (MOf), qui consiste à séparer les matières organiques à caractère végétal figuré (diamètre supérieur à 20 µm) de celles liées aux colloïdes minéraux (diamètre supérieur à 20 µm) et analyser leur contenu, a été réalisé au laboratoire de comportement des sols cultivés de l'Institut de recherche pour le développement (I.R.D., ex-Orstom) à Montpellier. La méthode utilisée a été celle recommandée par Feller (1995) pour les sols sableux à faible stabilité structurale.

Carbone des racines grossières (diamètre supérieur à 2 mm)

Au moment de l'exploitation des peuplements ligneux, les racines grossières d'un arbre moyen par espèce et par site ont été prélevées jusqu'à vingt centimètres de profondeur. La surface de prélèvement de quatre mètres carrés était délimitée par un gabarit en fer de forme carrée (2 m × 2 m) représentative de la maille formée par quatre arbres. Les racines ont été prélevées, séparées en classes de diamètre (70-100 mm, 30-70 mm, 10-30 mm et 2-10 mm), séchées et pesées. Deux échantillons par profondeur et par classe de diamètre ont été constitués pour analyse du carbone.

Carbone des racines fines (diamètre inférieur ou égal à 2 mm)

À la fin des saisons des pluies de 1995, au moment où le stock de racines fines était considéré comme maximal, des prélèvements ont eu lieu à l'aide d'une tarière racinaire par horizon de dix centimètres d'épaisseur. Le nombre de prélèvements a été de vingt par traitement. Les racines ont été lavées soigneusement à l'eau sur un tamis à maille de un millimètre et séparées en classes de diamètre (0-2 mm, supérieur à 2 mm). Après séchage à l'étuve à 85°C, les racines fines (0-2 mm) ont été pesées sans distinguer les racines vivantes des racines mortes. Pour chaque traitement, trois échantillons par profondeur ont été constitués pour analyse du carbone. Pour éviter de compter deux fois les racines dans les bilans de carbone, les compartiments terre fine et racines fines ont été distingués de la manière suivante : on a considéré qu'une proportion de trente pour cent de la phytomasse de racines triée au tamis à maille de un millimètre ne serait pas récupérée sur un tamis à maille de deux millimètres et se trouverait alors incluse dans la terre fine (Mitja & Puig, 1990). Par conséquent, cette proportion déjà prise en compte dans le dosage du carbone de la terre fine a été retirée du stock de carbone des racines fines.

Dynamique de décomposition racinaire après remise en culture

La biodégradation des racines a été étudiée par la technique des sacs de litière (*litterbags*). Lors de l'exploitation des arbres, des racines des diverses espèces ligneuses et des graminées ont été collectées, séchées à soixante degrés Celsius puis triées par classe de diamètre (0-2 mm ; 2-10 mm ; 10-30 mm ; 30-70 mm). En début de seconde saison de culture, trois séries de quatre sachets contenant de un à huit grammes selon la classe de diamètre racinaire concernée ont été placées dans des sacs en toile métallique à mailles lâches (3 mm), autorisant l'action de la macrofaune. Ces sacs ont ensuite été enfouis à dix centimètres de profondeur, sur les parcelles correspondant au précédent jachère de même nature que les racines concernées. La biodégradation des racines a été estimée après deux saisons des pluies.

Résultats

La figure 1 présente les stocks de carbone des différents compartiments souterrains de l'horizon zéro-vingt centimètres (Ctf et Crac). Après quatre ans de jachère, le carbone de la biomasse racinaire représente respectivement quarante et un pour cent, vingt-six pour cent, vingt-six pour cent, dix pour cent et cinq pour cent du carbone stocké dans le sol des systèmes *Acacia*, *Eucalyptus*, *Senna*, jachère herbacée et culture continue. Le tableau II précise les variations de stock de carbone de la terre fine (Ctf). Au cours de la période de jachère (1989 à 1995), le seul système qui montre une augmentation significative du stock de carbone de la terre fine est *Acacia* (+ 2,5 t C.ha⁻¹). Dans les autres types de jachère (*Eucalyptus* et jachère herbacée), ce stock ne varie pas de façon significative. Sous *Acacia*, cette variation de stock reste faible par rapport à la fixation du carbone dans les systèmes racinaires (8,5 t.ha⁻¹). Dans les autres types de jachère, on observe également une augmentation du stock de carbone racinaire mais plus faible que chez *Acacia*. Le tableau III indique que les systèmes racinaires se décomposent très rapidement après remise en culture. Ainsi, on observe après deux saisons des pluies une perte comprise entre soixante-cinq pour cent et cent pour cent du poids initial selon la taille des racines et l'espèce considérée, avec un taux moyen de disparition de quatre-vingt-cinq pour cent. Les données du tableau III ont été utilisées pour estimer le stock de carbone racinaire en 1998 (Figure 1). Contrairement au compartiment « racines », le stock de carbone de la terre fine montre le même niveau (9 à 12 t.ha⁻¹ selon les jachères) une année avant la défriche (1995) et deux années après remise en culture (1998) [Figure 1 et Tableau II]. En accord avec les résultats de l'anova, les traitements se classent par rapport à leur teneur en carbone de la terre fine selon l'ordre décroissant suivant :

- en fin de période de jachère (1995), *Acacia* supérieur à jachère spontanée herbacée supérieur ou égal à *Eucalyptus* supérieur ou égal à culture continue ;
- après deux années de remise en culture (1998), *Acacia* supérieur à *Eucalyptus* supérieur ou égal à jachère spontanée herbacée supérieur ou égal à culture continue.

La participation des fractions granulométriques de taille inférieure à deux millimètres au carbone de la terre fine dans les différentes situations en 1995, est schématisée sur la figure 2. Sur celle-ci, on distingue, à gauche les contributions de chaque fraction au carbone de la terre fine et, à droite, les variations DC de chaque fraction entre les situations culture et jachères. Si on exclut la situation particulière de *Senna*, il apparaît que le compartiment débris végétaux de cinquante à deux mille micromètres montre l'écart maximal entre les traitements. Ainsi ce compartiment regroupant les différentes fractions grossières (taille supérieure à 50 mm) représente soixante-dix pour cent de la variation globale (DC) entre les situations culture et *Acacia*, dont quarante-cinq pour cent rien que pour la fraction de cinq cents à deux mille micromètres. Dans le même sens, le plus fort stock de carbone de la terre fine observé sous *Acacia* par rapport à la jachère herbacée et à *Eucalyptus* correspond à une plus forte

Tableau II. Variations du stock de carbone (t.ha⁻¹) de la terre fine (0-2 mm) de l'horizon zéro-vingt centimètres (Ctf) en phase de jachère (1989-1995) et en phase d'exploitation de la jachère et de remise en culture (1995-1998).

Traitement	Variations de 1989 à 1995		Variations de 1995 à 1998		Variations de 1989 à 1998	
<i>Acacia</i>	+ 2,48	(**)	- 0,10	(ns)	+ 2,39	(**)
<i>Eucalyptus</i>	- 1,46	(ns)	+ 0,96	(ns)	- 0,50	(ns)
Jachère herbacée	- 0,89	(ns)	- 0,27	(ns)	- 0,50	(ns)
Culture continue	- 1,91	(*)	+ 0,16	(ns)	- 1,75	(*)

** , * , et (ns) : seuils de signification du test t.

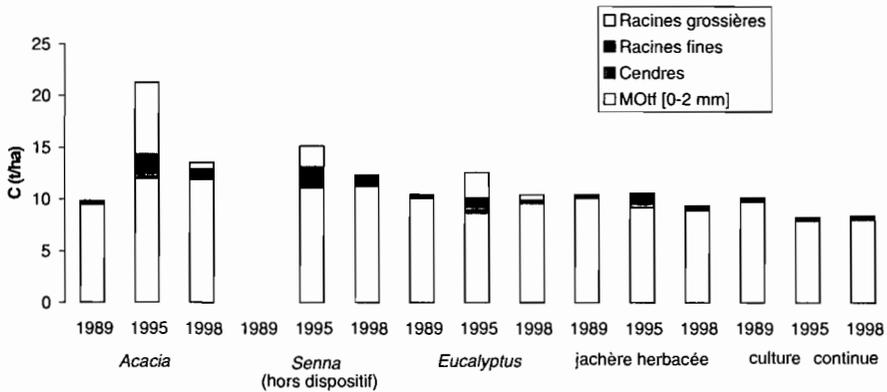


Figure 1. Stocks de carbone de l'horizon 0-20 cm au moment de la plantation des arbres (1989), en fin de période de jachère (1995) et deux ans après défriche et remise en culture (1998). MOtf : matière organique de la terre fine [0-2 mm].

Tableau III. Taux de décomposition des racines en présence de la macro-faune du sol après deux saisons des pluies (taux de décomposition (= % du poids initial « intervalle de confiance à P = 0,05).

Classe de diamètre de racine	<i>Acacia</i>		<i>Senna</i>		<i>Eucalyptus</i>		Jachère herbacée	
0 B 2 mm	64,5	∇ 22,7	71,9	∇ 17,9	100		93,5	∇ 5,5
2 B 10 mm	86,4	∇ 12,4	84,4	∇ 19	74,1	∇ 10,2	-	-
10-30 mm	59,1	∇ 29,8	96,4	∇ 7,1	79,8	∇ 24,6	-	-
30-70 mm	100		94,7	∇ 10,5	90,9	∇ 17,9	-	-

Les fortes variations observées ne permettent pas de mettre en évidence des différences significatives entre les espèces.

teneur du sol en débris végétaux. La jachère à *Eucalyptus* ne se montre apparemment pas supérieur à la culture dans l'apport de matière organique figurée au sol et la jachère herbacée présente une position intermédiaire entre la culture et *Acacia* (Figure 2). La similitude des

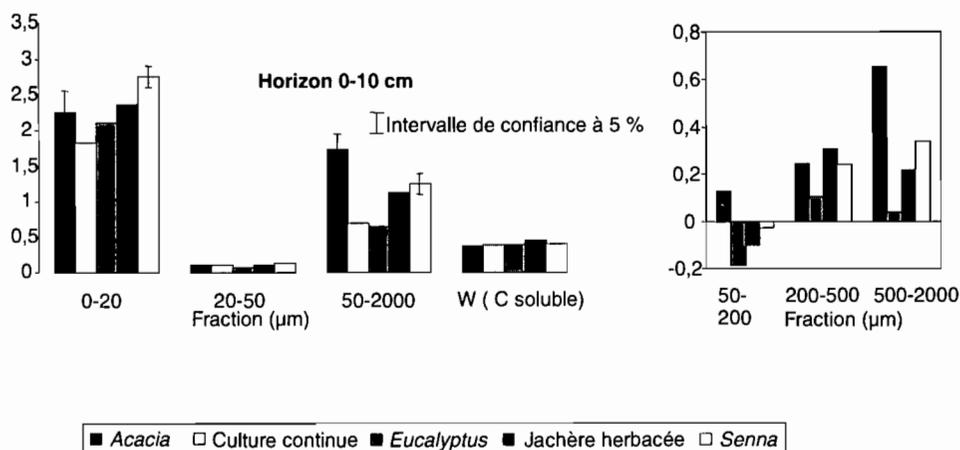


Figure 2. Stocks de carbone de l'horizon 0-20 cm au moment de la plantation des arbres (1989), en fin de période de jachère (1995) et deux ans après défriche et remise en culture (1998). MOtf : matière organique de la terre fine [0-2 mm].

contenus en carbone de la terre fine des traitements *Acacia* et *Senna* en 1995 (Figure 1) masque des différences significatives dans la taille des compartiments zéro à vingt micromètres et cinquante à deux mille micromètres. Sous *Senna*, installé hors du dispositif, la plus grande quantité de matière organique liée à la fraction zéro à vingt micromètres (Figure 2), malgré la plus faible teneur en carbone de cette fraction (Figure 3), n'est pas liée à l'action de l'arbre mais est due à la plus grande richesse du sol en éléments fins (9 p. cent au lieu de 6,5 p. cent sous *Acacia* d'après les fractionnements). De plus, la teneur en débris végétaux du sol (taille supérieure à 50 mm) sous *Senna* est plus proche de celle de la jachère herbacée que de celle de *Acacia*. Enfin, contrairement aux autres traitements, on observe au cours de la période de jachère, sous *Acacia*, une augmentation de la teneur en carbone de la fraction organo-minérale (0-20 µm) (Figure 3) qui suggère une augmentation des formes de matière organique humifiée.

Discussion

L'importance des fractions grossières dans les variations de teneur en carbone de la terre fine du sol confirme le rôle majeur joué par les débris végétaux dans la dynamique à court terme des matières organiques de ces sols pauvres en argile (Feller & Beare, 1997). Néanmoins, après quatre ans de jachère, seule l'espèce fixatrice d'azote, *Acacia*, a permis une augmentation significative du stock de carbone de la terre fine de l'horizon zéro-vingt centimètres, due aux débris végétaux, dont l'incorporation au sol résulte de la décomposition de la litière aérienne et racinaire. Sous *Acacia*, les processus correspondant de minéralisation et de fragmentation ont été favorisés par une teneur élevée en azote de la litière et des racines due à la fixation biologique (Harmand, 1998). Chez cette espèce, la fixation biologique s'est accompagnée d'un important recyclage de l'azote caractérisé par la grande quantité d'azote apportée par la litière (Harmand, 1998), par la forte minéralisation de l'azote du sol et par le développement considérable en surface du système racinaire absorbant l'azote minéralisé et le stockant (Tableau IV). De plus, l'accroissement de la teneur en carbone de la fraction fine du sol zéro-vingt micromètres (Figure 3) suggère une humification des débris

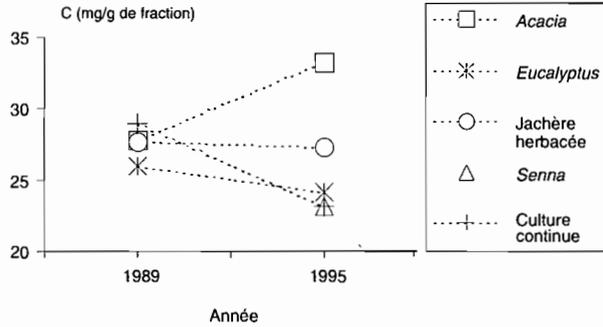


Figure 3. Variations de la teneur en carbone de la fraction organominérale (0-20 μm) de l'horizon 0-20cm.

Tableau IV. Eléments du cycle de l'azote dans les peuplements de jachère. Pour une même variable, deux valeurs indexées d'une même lettre ne sont pas différentes au seuil de cinq pour cent (d'après Harmand & Njiti, 1998).

	Type de jachère							
	<i>Acacia</i>		<i>Senna</i>		Jachère herbacée			
Minéralisation de N du sol mesurée <i>in situ</i> dans les peuplements de jachère de 4 ans (kg N ha ⁻¹ .an ⁻¹)								
	166	a	25	c	40	b	26	c
Stockage de N dans la phytomasse racinaire des jachères de 4 ans (kg N.ha ⁻¹)								
Racines fines (Ø < 2 mm)	190	a	130	b	52	c	55	c
Racines grossières + souches	152		35		54		-	
Total racines	342		165		106		55	

végétaux, traduisant la rapide transformation des débris végétaux et une forte activité biologique dans le sol sous *Acacia*. Il faut noter que l'incorporation progressive de la litière à la matière organique du sol par fragmentation et humification a déjà été observée par Bernhard-Reversat (1987) sous *A. seyal* au Sénégal. L'absence d'incorporation de débris végétaux au sol sous *Eucalyptus*, six ans après plantation (4 ans de jachère), est conforme aux caractéristiques de décomposition lente de sa litière étudiée par Bernhard-Reversat (1987). La faiblesse des flux d'azote dans la jachère à *Senna* (Tableau IV) correspond à une faible incorporation de débris végétaux au sol comparable à celle rencontrée dans la jachère naturelle herbacée. Après défriche et deux années de remise en culture, le compartiment carbone racinaire s'est montré très fugace par rapport au compartiment carbone de la terre fine (0-2 mm) qui n'a pratiquement pas varié. La décomposition rapide de tous les systèmes racinaires, observée dans cette étude, concorde avec les résultats de Manlay & Masse (1998) selon lesquels plus de quatre-vingt-dix pour cent de la masse de racines de *Combretum glutinosum* placée en terre disparaît en deux ans. Les mêmes auteurs indiquent que l'activité de décomposition s'est poursuivie amplement en saison sèche en raison de la présence des termites. Au cours de ce processus, il a pu s'opérer un transfert de carbone du compartiment racines vers le compartiment terre fine. Ce transfert et l'incorporation des résidus du brûlis par le labour, pourraient expliquer le maintien du stock de carbone de la terre fine après défriche et deux saisons de culture. Il faut souligner que le flux de carbone lié à la décomposition racinaire a été deux fois plus important pour *Acacia* (7 t.ha⁻¹) que pour les autres systèmes.

Conclusion

Cette étude montre qu'une forte teneur de la litière en azote due à la fixation biologique et le recyclage de l'azote par le sol semblent déterminants pour obtenir une augmentation significative du stock de carbone de la terre fine après quatre ans de jachère. La plantation de *Acacia* est ici le seul système qui permette une augmentation du taux de carbone de la terre fine de l'ordre de vingt-huit pour cent. Dans un système de cultures annuelles, pour un type de sol comparable et pour le même horizon, des augmentations du taux de carbone de trente à cinquante pour cent ont été obtenues en quatre à dix ans avec apport de fumure animale (Tiessen *et al.* 1998).

Dans notre étude, la plus forte teneur en azote des racines et de la litière de *Acacia*, par rapport aux autres systèmes, a pour conséquence directe de plus faibles rapports carbone-azote des débris végétaux du sol (Harmand, 1998). Cette qualité de la matière organique suggère également une plus grande disponibilité en azote minéralisable du sol pour les cultures suivantes, ce qui a été vérifié par Harmand & Njiti (1998). Dans la jachère à *Acacia*, l'accumulation du carbone dans la terre fine est plus faible que celle opérée dans les systèmes racinaires, mais elle se montre plus durable. Si cette séquestration présente peu d'intérêt en terme de maîtrise des émissions de gaz carbonique, elle témoigne d'une amélioration de la fertilité du sol. D'autre part, au cours de leur décomposition, les systèmes racinaires de la jachère constituent une source de carbone pour la flore et la faune hypogées et d'éléments minéraux pour les cultures suivantes et ces flux semblent jouer un rôle important à la fois dans le maintien du stock de carbone de la terre fine et dans le comportement des cultures après jachère.

Références

- Bernhard-Reversat F. (1987). « Litter incorporation to soil organic matter in natural and planted tree stands in Senegal », *Pedobiologia*, n° 30 : pp. 401-417.
- Feller Chr. (1995). *La matière organique dans les sols tropicaux à argile 1 : 1. Recherche de compartiments organiques fonctionnels. Une approche granulométrique*, doct. d'État, univ. Louis-Pasteur, Strasbourg, Orstom, 393 p. + annexes.
- Feller Chr. & Beare M. (1997). « Physical control of soil organic matter dynamics in the tropics », *Geoderma*, n° 79 : pp. 69-116.
- Harmand J.-M. (1998). *Rôle des espèces ligneuses à croissance rapide dans le fonctionnement biogéochimique de la jachère. Effets sur la restauration de la fertilité des sols ferrugineux tropicaux*, th. doct., univers. Paris-VI, 6 oct. 1997, Cirad-forêt, 213 p.
- Harmand J.-M., Njiti C.F. (1998). « Effets de jachères agroforestières sur les propriétés d'un sol ferrugineux et sur la production céréalière », *Agriculture et Développement, Spécial sols tropicaux*, n° 18 : pp. 21-30.
- Manlay R. & Masse D. (1998). « Dynamique du carbone dans le cycle culture-jachère en Afrique de l'Ouest », in Floret (éd., 1998) : pp. 91-104.
- Floret Chr. (éd.) (1998). *Raccourcissement du temps de jachère, Biodiversité et développement durable en Afrique Centrale (Cameroun) et en Afrique de l'Ouest (Sénégal, Mali)*, Rapport final, C.C.E.
- Mitja D. & Puig H. (1990). « Phytomasse de la strate herbacée de cinq jachères en zone de savane humide (Booro-Borotou, Côte-d'Ivoire) », *Bull. Ecol.*, t. XXI, n° 1 : pp. 19-32.
- Schroth G., Kolbe D., Pity B. & Zech W. (1995). « Searching for criteria for the selection of efficient tree species for fallow improvement, with special reference to carbon and nitrogen », *Fertilizer Research*, n° 42 : pp. 297-314.
- Tiessen H., Feller C., Sampaio E.M.V. & Garin P. (1998). « Carbon sequestration and turnover in semi-arid savannas and dry forests », *Climatic Change*, n° 40 : pp. 105-117.

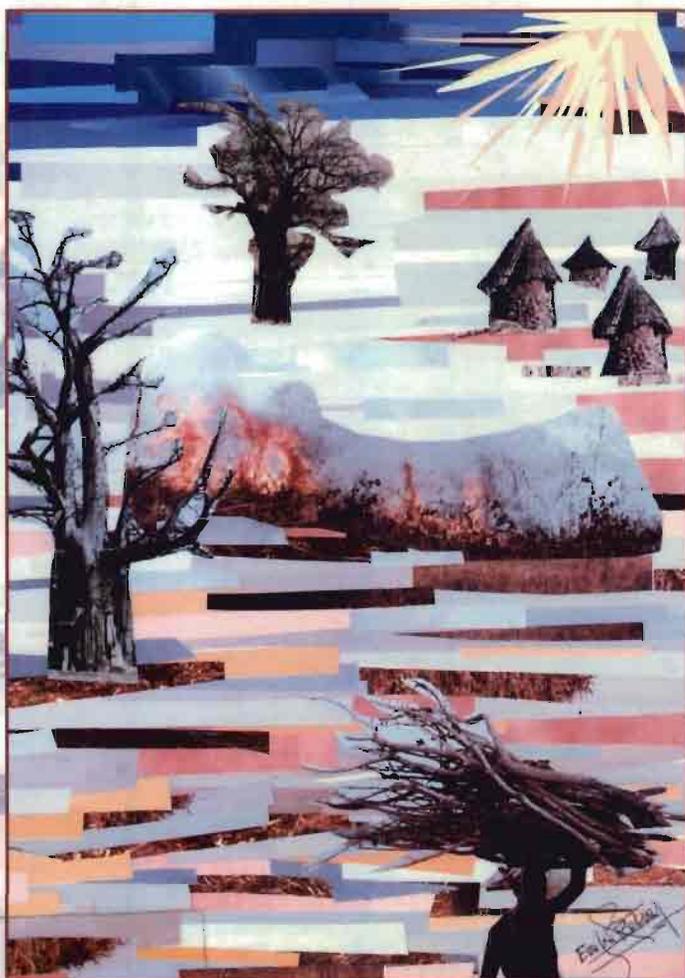
La jachère en Afrique tropicale

Rôles, Aménagement, Alternatives

Ch. Floret et R. Pontanier

Volume 1

Actes du Séminaire international, Dakar, 13-16 avril 1999



John Libbey
EUROTEXT

**La jachère en Afrique tropicale.
Rôles, aménagement, alternatives**

*Fallows in tropical Africa.
Roles, Management, Alternatives*

Volume I

Actes du Séminaire international

Dakar, 13-16 avril 1999

Proceedings of the International Seminary

Dakar, Avril 13-16, 1999

Édité par

Ch. Floret et R. Pontanier



ISBN : 2-7099-1442-5

ISBN : 2-7420-0301-0

Éditions John Libbey Eurotext

127, avenue de la République, 92120 Montrouge, France

Tél : (1) 46.73.06.60

e-mail: contact@john-libbey.eurotext.fr

[http : www.john-Libbey.eurotext.fr](http://www.john-Libbey.eurotext.fr)

John Libbey and Company Ltd

163-169 Brompton Road,

Knightsbridge,

London SW3 1PY England

Tel : 44(0) 23 80 65 02 08

John Libbey CIC

CIC Edizioni Internazionali

Corso Trieste 42

00198 Roma, Italia

Tel. : 39 06 841 26 73

© John Libbey Eurotext, 2000, Paris