

Statut organique et microbiologique de sols ferrugineux tropicaux en jachère naturelle (Sénégal)

Yacine Badiane N'Dour*, Joël Fardoux*, Jean-Luc Chotte*

En Afrique subsaharienne, les agrosystèmes traditionnels étaient, jusqu'à un passé récent, fondés sur des cultures de subsistance à vocation essentiellement auto-alimentaire (Hoefsloot *et al.*, 1993) et dont la production dépendait principalement des stocks organiques du sol. L'équilibre des systèmes culturaux reposait sur l'alternance de période de culture et de longues périodes de jachères forestières. Ces systèmes ont pu subvenir aux besoins de nombreuses générations d'agriculteurs et ils ont permis de maintenir la fertilité des sols à un niveau suffisant pour subvenir aux besoins (Charreau, 1972). Les fortes pressions démographiques enregistrées durant ces dernières décennies ont conduit à une surexploitation des terres et à la mise en culture de zones marginales avec, pour conséquence, une baisse des rendements agricoles (Pieri, 1991).

Les sols des zones non montagneuses d'Afrique de l'Ouest ont une texture sableuse (D'Hoore, 1964). Dans ce contexte pédologique, la matière organique, par ses propriétés d'échanges et sa composition, est un élément essentiel de la fertilité (Siband, 1974 ; Swift, 1987 ; Pieri, 1989). La gestion des stocks organiques, par la mise en place de pratiques culturales adaptées, doit donc être au centre des préoccupations des paysans. La jachère est l'une de ces pratiques les plus couramment citées. Cependant, les durées proposées pour la restauration de la fertilité (10 à 15 ans) se révèlent peu compatibles avec les besoins dus à la forte pression anthropique (Laudelout & Van Bladel, 1967). La durée moyenne des jachères a fortement diminué dans la plupart des pays de la zone sahélo-soudanienne (Olsson, 1984 ; Floret & Pontanier, 1993). Au Burkina Faso, la durée moyenne des jachères est passée de dix-sept ans à neuf ans. Au Sénégal (Sine Saloum), Diatta (1994) a montré que les surfaces des jachères sont passées de dix pour cent en 1970 à deux pour cent en 1983. Cette évolution pose de nombreuses questions : quelle est l'incidence du raccourcissement du temps de jachère sur l'évolution de la fertilité du sol ? Cette pratique de la gestion de la matière organique ne peut plus remplir complètement son rôle dans les processus de régénération de la fertilité des sols (Floret *et al.*, 1993). Parmi les solutions proposées, la mise en défens ou l'introduction d'espèces ligneuses exotiques à croissance rapide ou de légumineuses arbusives, semblent prometteuses (César & Coulibaly, 1991 ; Dupuy *et al.*, 1991).

L'objectif de cet article est de présenter l'impact du mode de gestion (en défens et anthropisée) et de l'âge des jachères naturelles sur les propriétés biologiques (biomasse microbienne) et organiques (carbone et azote du sol) de sols ferrugineux lessivés du Sénégal.

* Laboratoire de biopédologie, Institut de recherche pour le développement (I.R.D., ex-Orstom)-Ucad, Bel-Air, B.P. 1386 Dakar (Sénégal).

** Laboratoire de biopédologie, Institut de recherche pour le développement (I.R.D., ex-Orstom), Bel-Air, B.P. 1386 Dakar (Sénégal).

Matériels et méthodes

Les sites

Les sites retenus ont été mis en place dans le cadre du programme Jachère à Sonkorong (So) et Saré Yorobana (Sy). Sonkorong est situé au sud-est de la région de Kaolack dans la communauté rurale de Kaymor. C'est un milieu marqué par une forte anthropisation. Le climat est de type sahélo-soudanien avec une pluviométrie moyenne annuelle de sept cents à neuf cents millimètres. L'activité est à dominante agricole avec des cultures en rotation biennale mil et arachide. Saré Yorobana est un village situé au sud-est de la région de Kolda, dans l'arrondissement de Dioulacolon. Le climat est de type soudanien caractérisé par une pluviométrie moyenne annuelle de mille à mille deux cents millimètres. L'activité est une agriculture diversifiée (céréales, arachides) associée à un élevage extensif sédentaire.

Les sols

Dans l'ensemble, les sols sont de type ferrugineux tropical lessivé à tâches et concrétions (Maignien, 1965). La texture de l'horizon de surface du sol (horizon 0-10 cm) de Saré Yorobana est cependant plus grossière que celle de Sonkorong (respectivement 46,6 et 26,2 p. cent de sables grossiers).

Les situations

À Sonkorong, nous avons étudiés deux parcelles mises en jachère à des périodes différentes :

- une parcelle âgée de quatre ans au moment du prélèvement (So.JD4), dont la mise en défens a été réalisée en 1993 ;
- une parcelle (So.J20), âgée de vingt ans au moment du prélèvement. Une partie de cette parcelle a été abandonnée depuis 1977 (So.JA20) ; l'autre partie a été mise en défens en 1988 (So.JD20) ;
- une parcelle cultivée (So.Cc).

À Saré Yorobana, les travaux ont porté sur des jachères d'âge variable (2, 4, 6, 13, 19, et 30 ans) et des parcelles cultivées en mil. Dans ce cas, deux types de parcelles ont été sélectionnées selon leur position dans le paysage :

- une parcelle de glacié (Sy.Cg) ;
- une parcelle de plateau (Sy.Cp).

Protocole d'échantillonnage

Les prélèvements de sols sont effectués dans l'horizon superficiel zéro à dix centimètres. Deux échantillons composites sont obtenus en mélangeant dix prélèvements effectués le long d'un transect pour les jachères et au hasard dans la parcelle cultivée. Deux sous-échantillons sont constitués à partir des prélèvements. Au total, quatre répétitions sont analysées.

Analyses

Carbone et azote organiques

Le dosage du carbone organique est effectué par la méthode de Walkley & Black. Le carbone de l'échantillon est oxydé en gaz carbonique par une solution de bichromate de potassium en milieu acide. Les ions Cr^{3+} formés sont ensuite dosés par colorimétrie. L'azote organique est dosé par la méthode Kjeldahl par colorimétrie après minéralisation des composés organiques en azote ammoniacal en présence d'acide sulfurique et de catalyseur.

Biomasse microbienne totale

La biomasse microbienne totale des sols est mesurée selon la méthode de fumigation-extraction proposée par Amato & Ladd (1988). Cette méthode a été appliquée sur des échantillons de sol pré-incubés à cent pour cent de la capacité de rétention durant une semaine. Cette étape a pour objectif de placer les échantillons de sol dans des conditions d'humidité qui permettent un développement maximal des micro-organismes présents. La biomasse microbienne est estimée à partir du gain d'azote alpha aminé libéré par protéolyse des parois microbiennes au cours d'une incubation de dix jours. L'azote alpha aminé est dosé par colorimétrie au technicon par réaction à la ninhydrine.

Analyses statistiques

Les comparaisons des moyennes ont été réalisées selon le test de Fisher (p inférieur à 0,05) [Statview, version 4.02].

Résultats

Carbone et azote organiques

À Sonkorong, on note une augmentation significative des teneurs en carbone organique des sols sous jachère en défens, comparées à celles obtenues dans les sols sous culture (Tableau I). Si l'on compare les deux jachères de vingt ans, la teneur en carbone dans la parcelle en défens est significativement supérieure à celle de la parcelle anthropisée. Les teneurs en azote organique sont relativement faibles, inférieures à un milligramme de carbone par gramme de sol dans toutes les situations. Les teneurs enregistrées sous les jachères augmentent significativement par rapport à la culture, avec un maximum sous la jachère de vingt ans en défens. Il n'y a pas de différence significative entre les différentes jachères. La valeur du rapport carbone-azote est plus élevée dans le sol cultivé (24) que dans les parcelles en jachère. Pour ces parcelles, cette valeur varie de douze à dix-sept.

Tableau I. Carbone et azote organiques du sol dans le terroir de Sonkorong : effet de l'âge et du mode de gestion de la jachère.

Situation	Références	Carbone (mg g ⁻¹ sol)	Azote (mg g ⁻¹ sol)	C/N
Culture	So.Cc	6,57 (a)	0,27 (a)	24
Jachère	So.JD20	9,57 (b)	0,59 (b)	16
"	So.JA20	6,27 (a)	0,52 (b)	12
"	So.JD4	7,91 (b)	0,47 (b)	17

Contrairement aux résultats obtenus sur les sites de Sonkorong, les teneurs en carbone et en azote organiques ne sont pas significativement différentes dans les différentes parcelles expérimentales du site de Saré Yorobana. Par exemple, dans les jachères de quatre et de six ans, les valeurs de carbone organique enregistrées sont proches de celles des jachères les plus âgées (19 ans et 30 ans). De même, il n'y a pas de différences significatives entre les teneurs obtenues sous jachères et celles sous cultures de mil en glacis et en plateau (Tableau II).

Tableau II. Carbone et azote organiques du sol dans le terroir de Saré Yorobana : effet de l'âge de la jachère et de la position de la culture.

Situation	Références	Carbone (mg g ⁻¹ sol)	Azote (mg g ⁻¹ sol)	C/N
Culture mil	Sy.Cg	4,44 (a)	0,36 (a)	12
	Sy.Cp	4,88 (a)	0,29 (a)	17
Jachère	Sy.JA2	3,81 (a)	0,30 (a)	13
	Sy.JA4	4,03 (a)	0,34 (a)	12
	Sy.JA6	4,28 (a)	0,27 (a)	16
	Sy.JA13	4,26 (a)	0,27 (a)	16
	Sy.JA19	4,40 (a)	0,25 (a)	18
	Sy.JA30	4,34 (a)	0,30 (a)	14

La biomasse microbienne totale

À Sonkorong, les teneurs en biomasse microbienne des sols sous jachères en défens sont significativement plus élevées que celles des sols sous culture (Figure 1). Dans les jachères (de 4 et de 20 ans) mises en défens, la biomasse microbienne augmente significativement par rapport à celle de la parcelle anthropisée.

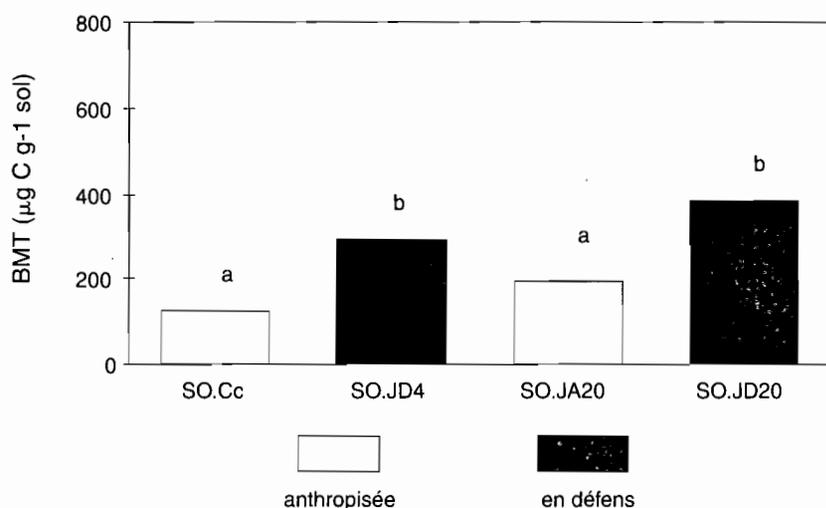


Figure 1. Biomasse microbienne totale du sol dans le terroir de Sonkorong : effet de l'âge et du mode de gestion de la jachère.

L'abondance des micro-organismes diminue avec l'âge de la jachère à Saré Yorobana (Figure 2). En effet, les valeurs les plus élevées sont obtenues pour les jachères de deux, quatre et six ans. Ces valeurs ne sont pas significativement différentes de celles des sols cultivés. Pour les cultures sous glaci, les teneurs en biomasse microbienne augmentent par rapport à celles des cultures sous plateau mais les différences ne sont pas significatives.

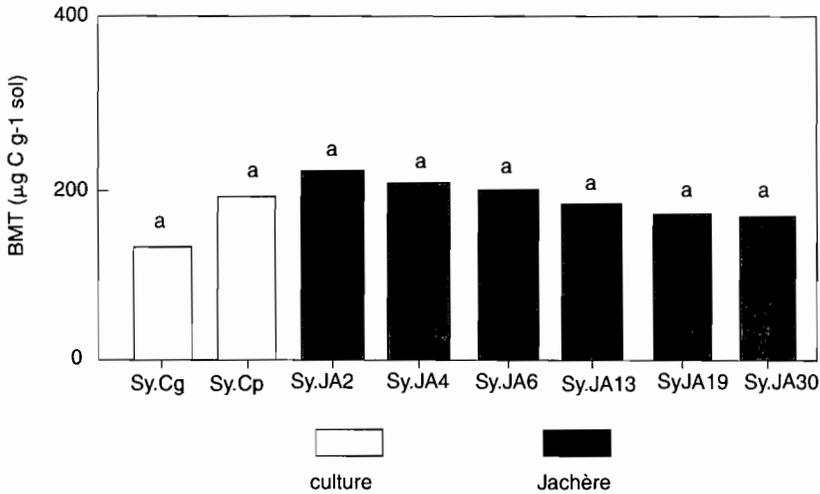


Figure 2. Biomasse microbienne totale du sol dans le terroir de Saré Yorobana : effet de l'âge de la jachère et de la culture.

Discussion

Jachère et statut organique des sols sableux

Il existe une abondante littérature sur les effets bénéfiques des périodes de jachère sur le statut organique des sols (Greenland & Nye, 1959; Feller *et al.*, 1993). Les résultats obtenus à Sonkorong confirment ces observations. Durant la phase de jachère, les apports de composés organiques sous la forme de litière aérienne et racinaire participent activement à la reconstitution du stock organique des sols. En effet, l'étude des formes organiques par fraction granulométrique révèle que, dans ces sols sableux, plus de trente pour cent du stock carboné est représenté par des résidus végétaux figurés de la taille des sables (Feller, 1994). Cependant, les pratiques culturales réputées bénéfiques sur le statut organique des sols ont un effet moindre dans ces sols à texture grossière que sur les sols argileux (Feller, 1994). Dans ces sols, le stock de matière organique triple en dix ans (Chotte *et al.*, 1993). Dans notre travail, le stock organique du sol sous jachère (So.JD20) est au mieux 1,5 fois supérieur à celui sous culture. Des chiffres équivalents ont été obtenus dans une étude conduite sur le même site et sur un nombre plus élevé de situations (Masse *et al.*, 1998). À Sonkorong, les valeurs de C/N des composés organiques des sols sous jachères sont plus faibles que celles des sols cultivés. Ces observations confirment celles de Feller & Millleville (1977) qui estiment que la mise en culture augmente la biodégradation du carbone. L'augmentation des quantités de matière organique lors de la phase de jachère s'accompagne d'un développement des micro-organismes. La biomasse microbienne totale dans les jachères est deux fois élevée que dans les parcelles cultivées. Des études récentes conduites sur ces situations ont mis en évidence une modification des activités microbiologiques lors de la phase de jachère. Par exemple, la quantité d'azote fixé par les bactéries libres est multipliée par six dans une jachère de dix-neuf ans par rapport à celle d'une jachère de trois ans (Chotte & Jocteur Monrozier, 2000). La caractérisation des habitats microbiens par fractionnement granulométrique indique qu'une forte proportion de cette augmentation est due à la présence de bactéries fixatrices libres associées aux agrégats supérieur à deux mille µm dont la formation n'est possible qu'après une longue phase de jachère. Ces résultats soulignent

l'importance des propriétés physiques dans le fonctionnement microbiologique des sols (Chotte *et al.*, 1998).

Les effets bénéfiques de la phase de jachère sur les statuts organique et microbiologique des sols sont à moduler. En effet, à Saré Yorobana, aucune différence significative n'a été enregistrée entre les parcelles en jachère et les parcelles cultivées. Par ailleurs, les teneurs en biomasse microbienne et en matière organique du sol ne varient pas en fonction de l'âge de la jachère. L'action répétée des feux de brousse qui détruisent les parties aériennes de la végétation, réduisant les apports organiques, peut en partie expliquer ce résultat. Mais d'autres facteurs importants comme la texture du sol peuvent influencer également le statut organique du sol. Manlay (1994) note qu'à Saré Yorobana la texture des sols de jachères anciennes (jachères de 19 et de 30 ans) est plus grossière que celles des sols de jachères jeunes (jachères de 2 à 6 ans). Selon Feller *et al.* (1993), l'effet de la mise en jachère sur la teneur en carbone organique des sols est d'autant plus important que les sols sont argileux.

L'intérêt de la mise en défens

À Sonkorong, la mise en défens a une influence importante sur le statut organique et microbiologique du sol. Les teneurs en biomasse microbienne totale augmentent de quatre-vingt-seize pour cent par rapport à celles de la parcelle anthropisée ; en carbone organique, de cinquante-deux pour cent. Nos résultats confirment ceux de Manley (1994). La mise en défens des parcelles accentue l'effet de la mise en jachère car elle permet de supprimer les prélèvements de bois, le pâturage et les feux. Elle permet une meilleure gestion du potentiel ligneux qui contribue pour l'essentiel à la restauration de la matière organique dans les sols sableux (Feller *et al.*, 1993). La protection améliore les conditions floristiques, dont l'évolution dépend aussi de l'âge de la jachère. Ce qui permet d'accélérer la remontée biologique dans les jachères de courtes durées.

Conclusion

Ces résultats montrent que les effets des pratiques de la jachère sur les statuts organique et microbiologique de sols ferrugineux sont réduits en raison de la texture sableuse des sols. Cependant, la mise en défens des parcelles, en réduisant l'impact négatif des feux et des prélèvements de bois, est une pratique à retenir. Il faut cependant poursuivre ces études afin de préciser dans quelles mesures ces effets peuvent être accentués par l'introduction d'espèces ligneuses ou herbacées sélectionnées pour l'abondance de leurs restitutions organiques au sol sous forme de litière et (ou) des composés exsudés.

Références

- Amato M., Ladd J.N. (1988). « Essay for microbial biomass based on ninhydrin-reactive nitrogen in extracts of fumigation soils », *Soil Biol. and Biochem.*, n° 20 : pp. 107-114.
- Cesar J., Coulibaly Z. (1991). « Le rôle des jachères et des cultures fourragères dans le maintien de la fertilité des terres », in : *Savanes d'Afrique, terres fertiles*, Actes des rencontres internationales, Montpellier (France), 10-14 déc. 1990, Paris, ministère de la Coopération et du Développement Cirad, 544 pages + annexes : pp. 271-287.
- Charreau C. (1972). « Problèmes liés par l'utilisation des sols tropicaux par des cultures annuelles », *Agronomie tropicale*, vol. XXVII, n° 9 : pp. 905-929.
- Chotte J.-L., Albrecht A., Brossard M., Feller C. (1993). « Soil organic matter in cultivated soils in the Lesser Antilles », pp. 396-410.

- Chotte J.-L., Ladd J.N., Amato M. (1998). « Sites of microbial assimilation and turnover of ^{14}C soluble and particulate substrates decomposing in a clay soil », *Soil Biology and Biochemistry*, vol. XXX, n° 2 : pp. 205-218.
- Chotte J.-L., Monrozier J. (2000). « Habitats microbiens des sols ferrugineux sableux en jachère », in Floret & Pontanier (éd., 2000) : vol. I, pp. 358-366.
- D'Hoore J. (1964). *La carte des sols d'Afrique au 1/5000000*, Lagos, Commission de coopération technique en Afrique, 290 p. et cartes (Publication Orstom, n° 39).
- Dupuy M., Detrez C., Neyra M., De Lajudie Ph., Dreyfus B. (1991). « Les acacias fixateurs d'azote du sahel », *La recherche.*, n° 233 : pp. 802-804.
- Feller C., Milleville P. (1977). « Évolution des sols de défriche récente dans la région des terres neuves (Sénégal oriental), II^e partie : Aspects biologiques et caractéristiques de la matière organique », *Cah. Orstom, sér. Biologie.*, vol. XV, n° 3 : pp. 291-302.
- Feller C. (1994). *La matière organique dans les sols tropicaux à argile 1.1. Recherche de compartiments organiques fonctionnels. Une approche granulométrique*, doct. d'État, Strasbourg, univers. Louis-Pasteur, 393 p.
- Feller C., Lavelle P., Albrecht A., Nicolardot B. (1993). « La jachère et le fonctionnement des sols tropicaux : rôle de l'activité biologique et des matières organiques. Quelques éléments de réflexion », in Floret & Serpantié (éd., 1993) : pp. 33-46.
- Floret Ch., Serpantié G. (éd.). (1993). *La jachère en Afrique de l'Ouest*, Paris, Orstom (coll. *Colloques et Séminaires*) : pp. 33-46.
- Floret Ch., Pontanier R. (1993). « Recherches sur la jachère en Afrique tropicale », in Floret *et al.* (éd., 1993) : pp. 11-54.
- Floret Ch., Pontanier R., Serpantié G. (éd.). (1993). *La jachère en Afrique tropicale*, Paris, Unesco, 86 p.
- Floret Ch., Pontanier R. (éd.). (2000). *La jachère en Afrique tropicale*, 2 vol., vol. I, *Actes du séminaire international*, Dakar (Sénégal), 13-16 avr. 1999, 1023 p. ; vol. II, *De la jachère naturelle à la jachère améliorée : Le point des connaissances*, Paris, John Libbey.
- Greenland D.J., Nye P.H. (1959). « Increases in the carbon and nitrogen contents of tropical soils under natural fallows », *Journal of Science*, n° 10 : pp. 284-299.
- Hoefsloot H., Van Der Pol F., Roeleveld L. (1993). « De la jachère naturelle à la sole fourragère : à la recherche de l'intensification de l'agriculture dans la savane ouest-africaine, Condensé d'une synthèse bibliographique », in Floret & Serpantié (éd., 1993) : pp. 461-463.
- Kordofan N. (1984). *The Sudan. A study with the emphasis on Acacia senegal*, Rapporteur och Notiser, Lund, 60. Lunds Universitets Naturgeografiska Institution, Lund.
- Laudelout H., Van Bladel R. (1967). « La jachère naturelle en région tropicale humide », *Colloque sur la fertilité des sols tropicaux*, Tananarive (Madagascar), 19-25 nov. 1967, Paris, Cirad-Irat : pp. 1490-1497.
- Maignien R. (1965). *Notice explicative, carte pédologique du Sénégal en 1/1 000 000*, Dakar, Orstom, 63 p., 1 carte.
- Manlay R. (1994). *Jachère et gestion de la fertilité en Afrique de l'Ouest : suivi de quelques indicateurs agro-écologiques dans deux sites du Sénégal*, diplôme d'études approfondies, univers. de droit, d'économie et des sciences d'Aix-Marseille.
- Masse D., Cadet P., Chotte J.-L., Diatta M., Floret Chr., N'diaye-Faye N., Pate E., Pontannier R., Thioulouse J., Villenave C. (1998). « L'exploitation des jachères naturelles : un facteur compromettant son influence sur la restauration de la fertilité du milieu semi-aride au Sénégal », *Agriculture et Développement*, n° 18 : pp. 31-38.
- Merlini X., Quéhérvé P., Albrecht A. (éd.). (1993). Actes du XXIX^e Congrès de Caribbean Food Crop Society, 4-10 juill. 1993, Fort de France, Le Lamentin, Amadepa, 683 p.
- Pieri C. (1991). « Les bases agronomiques de l'amélioration et du maintien de la fertilité des terres de savanes au sud du Sahara », in *Savanes d'Afrique, terres fertiles ?*, Actes des rencontres internationales, Montpellier (France), 10-14 déc. 1990, Paris, ministère de la Coopération, 544 p. + annexes : pp. 43-74.
- Siband P. (1974). « Évolution des caractères et de la fertilité d'un sol rouge de Casamance », *L'Agron. trop.*, vol. XXIX, n° 12 : pp. 1228-1248.
- Swift M.J. (1987). « Tropical soil biology and fertility (TSBF) », *Planning for reseach. Biol. int.*, n° 9, 24 p.

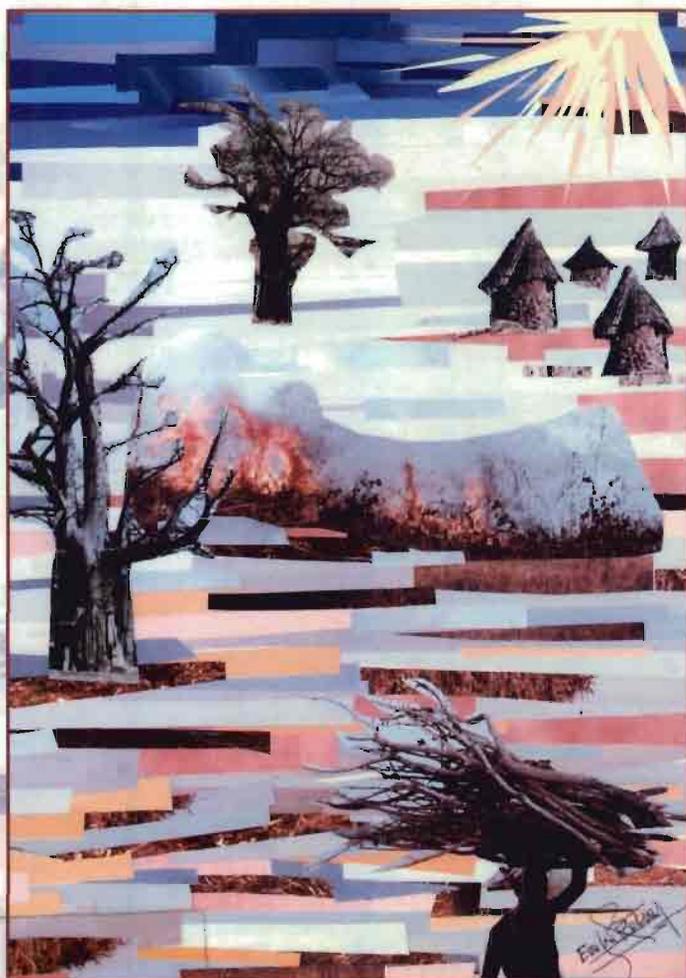
La jachère en Afrique tropicale

Rôles, Aménagement, Alternatives

Ch. Floret et R. Pontanier

Volume 1

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



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