

Rendements élevés et rendements sûrs : deux objectifs des agriculteurs sahéliens au Niger

Anneke De Rouw*

Le mil (*Pennisetum glaucum*) constitue la seule céréale d'importance économique au Sahel. La faiblesse des rendements ainsi que leur grande variabilité sont attribuées aux sols naturellement pauvres ainsi qu'à la fréquence et au caractère aléatoire des périodes de sécheresse. Dancette (1978) et Franquin (1969) ont montré que la pluviométrie pouvait expliquer près de cinquante pour cent de la variabilité du rendement en mil. Comme les paysans du Sahel cherchent à assurer un minimum de production chaque année, leur objectif consiste au moins autant à obtenir un rendement sûr qu'un rendement élevé.

Les agriculteurs luttent contre la perte de fertilité des terres en les mettant en jachère ou en apportant périodiquement à la surface des fèces de zébus et de petits ruminants. Le choix des paysans entre la pratique de la jachère ou celle du parcage d'animaux dépend des ressources disponibles dans une région. La fumure est adoptée sur les terroirs particulièrement attractifs pour les troupeaux. Les champs reçoivent des déjections lors du passage des animaux et cet apport suffit pour permettre une culture permanente de mil (Reenberg & Fog, 1995 ; Bidi-2, Burkina Faso). Les régions, pas ou faiblement attractives pour l'élevage, adoptent le système de jachère comme méthode de reconstitution de la fertilité (Guillaud, 1993 ; Aribindo, Burkina Faso ; van Gent & Najim, 1993 ; Konni, Niger).

Une croissance de la population augmente la pression sur les terres cultivables. Il est probable que l'agriculture se développe différemment selon la disponibilité de la fumure. Là où les jachères sont remises en culture et où, de ce fait, disparaissent les seules aires de pâturages, on peut prévoir un grand problème de maintien de la fertilité car le fumier se fera de plus en plus rare.

Pour étudier cette question, il n'est pas nécessaire d'échantillonner différents terroirs soumis à différentes pressions démographiques de disponibilité en fumure. En effet, au sein d'un même terroir, un gradient de pression existe en fonction de la distance des champs aux habitations (Loireau, 1998 ; de Rouw, 1998). Si le site est modérément fréquenté par des troupeaux, la fumure offre une solution de remplacement à la jachère pour un certain nombre d'agriculteurs. Ainsi, un terroir comme celui de Banizoumbou, offre l'exemple de trois situations :

- *terres disponibles mais disponibilité en fumure réduite*. Une culture sur jachère sans intrants s'installe dans laquelle les longues périodes de jachères, supérieures à quinze ans, permettent une période d'occupation également longue, d'environ dix ans ;

- *terres rares et disponibilité en fumure réduite*. Une culture sur jachère sans intrants est pratiquée, pour laquelle une réduction de la période de jachère jusqu'à trois à quatre ans, ne

* Institut de recherche pour le développement (I.R.D., ex-Orstom), Laboratoire d'agronomie, Inra, 78850 Thiverval-Grignon (France).

permet une production que pendant quatre à cinq ans ;

- *fumure disponible*. Une culture permanente s'installe et repose sur l'apport périodique des bouses et (ou) crottes des petits ruminants.

La question qui se pose est : pour des conditions climatiques « normales », la production en mil, base alimentaire de cette zone climatique, peut-elle se maintenir à un niveau acceptable alors que la population agricole augmente ?

Matériel et méthodes

Le terroir d'étude est celui de Banizoumbou, situé soixante kilomètres à l'est de Niamey. Sur ce terroir de quatre-vingts kilomètres carrés, la densité de population est d'environ onze personnes au kilomètre carré (Loireau, 1998). L'emprise des cultures est passée de vingt pour cent des terres cultivables en 1950 à soixante-dix pour cent en 1990 (Loireau & d'Herbès 1993). La pratique de la fumure des champs a commencé en 1978 d'une façon extensive mais systématique (de Rouw, 1999).

L'ensemble des sites étudiés à Banizoumbou comprend seize champs ; la période d'étude couvre quatre ans, de 1993 à 1996. Dix champs sont cultivés sans intrants en alternance avec une période de jachère, dont cinq à cycle long et cinq à cycle court. Six champs sont fumés par parcage d'animaux. Chaque champ comprend un transect de cent mètres composé de vingt placettes de vingt-cinq mètres carrés. Les pratiques culturales le long du transect sont identiques à celles du reste du champ. L'itinéraire technique (semis, resemis, sarclage, démariage, récolte) est relevé par enquête hebdomadaire. Avant le semis et pendant la culture, la pluie journalière est consignée pour chaque champ. Les observations par placette sur le mil comprennent : le nombre de poquets levés à dix jours après semis (J.A.S.) puis à la récolte : le nombre de poquets totaux, le nombre de poquets stériles, le nombre d'épis avec grains, le rendement en grains, le poids de mille grains, et la biomasse aérienne pesée fraîche au champ. Un échantillon prélevé au hasard a été séché ensuite à l'étuve (80°C, 24 h) pour en déterminer le poids sec.

Le rendement est une variable trop globale pour constituer la seule base du diagnostic. L'analyse des composantes du rendement permet de préciser la période au cours de laquelle intervient un facteur limitant. Comme indicateurs de datation du dysfonctionnement du peuplement, nous utilisons ainsi :

- nombre de poquets à l'hectare, comme révélateur du fonctionnement du peuplement lors de son installation ;
- nombre d'épis par poquet, lors de la phase végétative ;
- nombre de grains par épis, lors de la phase reproductive ;
- poids d'un grain, lors de la phase de maturation.

La variance inter-annuelle a été calculée pour chaque champ ; exemples :

- *champ A* : moyenne des quatre années : 3,17 épis par poquet avec coefficient de variance (C.V.) de trente et un pour cent ;
- *champ B* : moyenne des deux années : 2,75 avec coefficient de variance de quarante-deux pour cent ;
- *champ C* : moyenne des deux années : 2,77 avec coefficient de variance de trente-trois pour cent ;
- *champ D* : moyenne des deux années : 4,12 avec coefficient de variance de vingt-sept pour cent ;
- *champ E* : moyenne des quatre années : 3,08 avec coefficient de variance de trente-quatre pour cent.

Les champs A, B, C, D et E appartiennent au même système de culture, ce qui donne un coefficient de variance moyen de 33,5 p. cent pour cette composante de rendement.

L'analyse statistique demeure incomplète.

Résultats

Productivité des systèmes de culture

Sur le terroir de Banizoumbou se sont développés trois types d'exploitation du milieu, selon deux critères de disponibilité : 1) en terres 2) en fumure.

Là où la durée de la jachère est restée longue, le rendement en grains moyen s'élève à quatre cents kilogrammes à l'hectare avec une variabilité inter-annuelle élevée. Cela est dû principalement aux hétérogénéités de la surface du champ, liées notamment à l'encroûtement superficiel et au microrelief qui sont plus prononcés. Là où les jachères sont raccourcies et, en conséquence, là où les sols se sont appauvris, les rendements en grains sont à peine de deux cents kilogrammes à l'hectare en moyenne. Ils présentent des variations inter-annuelles très importantes. La culture avec fumure (parcage) permet un rendement moyen de quatre cents kilogrammes à l'hectare, qui est, en plus, relativement stable d'une année à l'autre.

L'apport de fumure fournit une production de biomasse plus importante de 2,2 tonnes par hectare de matière sèche contre 1,4 tonne par hectare (après jachère longue) et 0,6 tonne par hectare (après une jachère courte). Pour les champs fumés, le surplus de feuilles et tiges ne s'accompagne donc pas d'une augmentation du rendement en grains par rapport à une culture sans intrants sur jachère longue. En corollaire, l'indice de récolte (rendement/biomasse sèche) est plus élevé pour les cultures sur jachère (0,23 et 0,21) que pour les champs fumés (0,17). Les peuplements de mil dans les systèmes à jachère sont donc plus efficaces : pour produire une même quantité de grains, ils requièrent moins de biomasse.

Analyse de la variabilité à l'aide des composantes du rendement

Les variations du rendement en grains sont principalement dues à la distribution saisonnière des pluies. Au cours des quatre ans d'étude, les quantités totales d'eau reçues dans tous les champs expérimentaux ont été suffisantes : le minimum était de quatre cent soixante et un millimètres et le maximum de six cent quarante-deux. Que la quantité totale ait toujours été suffisante n'implique pas que les besoins en eau aient été couverts pendant toute la durée du cycle. Le mil a surtout souffert d'un manque d'eau en 1993 et en 1995, pendant la phase végétative, et en 1996, pendant la phase reproductive. Avec l'aide de l'analyse des composantes du rendement, on peut évaluer la qualité du fonctionnement du peuplement lors d'une phase précise du cycle. La variation d'une composante d'une année à l'autre fournit une indication sur le degré de résistance à la sécheresse d'un peuplement pendant la période de développement de cette composante.

Les figures 1-a, -b, -c et -d montrent les valeurs moyennes des composantes du rendement et leur variations annuelles, pour les trois systèmes de culture (année \times champs = 33):

Densité de poquets

Les densités de poquets sont basses à Banizoumbou, à peu près la moitié de la densité préconisée pour une pluviométrie annuelle moyenne de cinq cents à six cents millimètres (Figure 1-a). Les densités moyennes pour les trois systèmes de cultures sont identiques, mais les variations inter-annuelles ne le sont pas. La quantité de pluies nécessaire au début de cycle a varié entre trente-six et quatre-vingt-douze millimètres au cours des quatre années.

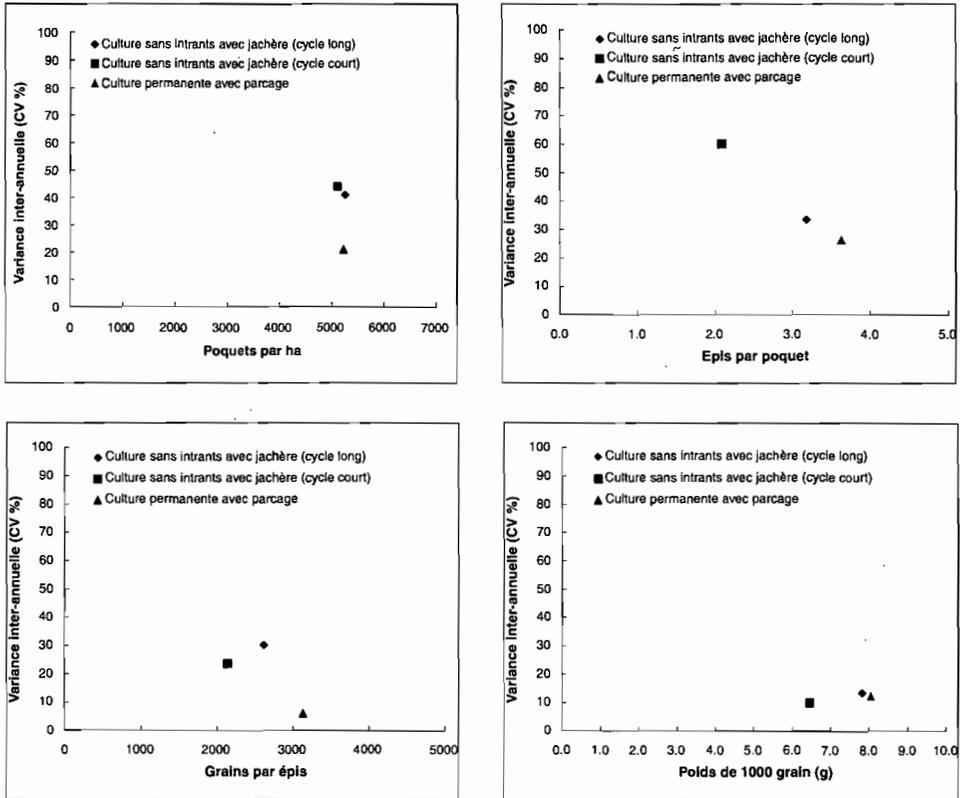


Figure 1. Valeurs moyennes des composantes de rendements pour trois systèmes de culture et leur variabilité inter-annuelle (calcul voir Matériel & Méthode). 1-a : nombre de poquets par hectare à la récolte ; 1-b : nombre d'épis par poquet ; 1-c : nombre de grains par épis ; 1-d : poids de 1000 grains.

Cette variabilité a eu une influence bien plus forte sur l'installation des poquets des champs cultivés sur jachère que sur les peuplements des champs parqués (C.V. de 40 p. cent, contre C.V. de 20 p. cent, Figure 1-a.). Si l'on considère que le même paysan sème son champ chaque année avec la même densité, les variations inter-annuelles sont dues à la plus ou moins grande proportion de poquets qui disparaît après le semis. Une meilleure infiltration générale dans les champs parqués assure la survie de la majorité des poquets semés. En revanche, l'encroûtement et une hétérogénéité de surface plus marquée dans les champs sur jachère correspondent à une infiltration moindre et à un ruissellement excessif. Les poquets sont exposés au risque de se dessécher ou d'être emportés par le ruissellement, d'où une plus grande variabilité.

Nombre d'épis par poquet

La composante « nombre d'épis fertiles par poquet » est bien distincte pour les trois systèmes de culture (Figure 1-b). La culture sans intrants sur jachère courte n'a que deux épis par poquet, contre trois ou quatre épis produits par des mils cultivés sur jachère longue ou sur des champs fumés. La variabilité inter-annuelle est également grande, supérieure à

trente pour cent quel que soit le système. Les peuplement les plus pauvres (cycles courts) manifestent les plus grandes variabilités inter-annuelles (60 p. cent C.V.); certaines années plus de la moitié des épis sont stériles.

Nombre de grains par épi

La composante « nombre de grains par épi » varie aussi selon les systèmes de culture (Figure 1-c). C'est une composante stable dans les champs parqués et plus variable dans les champs cultivés sur jachère.

Poids d'un grain

Le poids d'un grain, exprimé en poids de mille grains, est relativement élevé pour les systèmes avec fumure et sur jachère longue, mais bas pour le système sur cycle court (Figure 1-d). Le poids de grains dépend de la biomasse qui peut être mobilisée pour remplir les grains. Plus le peuplement a investi dans la masse de feuilles, plus de carbone et d'éléments nutritifs ont pu être mobilisés et transférés aux grains. Des peuplements à faible biomasse (0,6 t.ha⁻¹ de matière sèche) sont donc très limités pour produire de gros grains.

Les variations inter-annuelles sont basses, probablement du fait de l'absence de stress hydrique en fin de cycle (réserves en eau suffisantes).

Discussion

Pour un même rendement, celui qui est obtenu à partir des systèmes sur jachère est toujours plus variable que celui qui est obtenu à partir des systèmes fumés et cultivés en permanence. Cela est lié à une caractéristique de la culture sur jachère : la grande hétérogénéité de la surface où l'encroûtement entraîne à la fois des manques et des excès d'eau micro-locaux. Les champs cultivés en permanence et fumés présentent des conditions de surface plus favorables à l'infiltration. Cela est dû aux effets des bouses déposées à la surface qui augmentent la rugosité, protègent partiellement le sol contre le vent et contre la pluie violente et piègent le sable éolien (de Rouw *et al.*, 1998). Des rendements stables au Sahel impliquent une résistance du peuplement de mil aux périodes de sécheresse en cours de cycle. Or, de telles périodes sont à la fois fréquentes et dangereuses entre trente-cinq et cinquante jours après semis (de Rouw & Winkel, 1998). Une telle sécheresse affecte particulièrement la composante « nombre d'épis fertiles par poquet ».

Les peuplements les plus pauvres (culture sans intrants à cycles courts) sont sujets à la plus grande variabilité annuelle. De Rouw & Winkel (1998) ont montré que, dans les milieux très pauvres, les poquets ne développent que leur brin maître. Or, toute la production du poquet est perdue si une période de sécheresse coïncide avec le développement de celui-ci. Les peuplements sur un sol plus riches (culture sans intrants à cycles longs, champs fumés) sont plus stables. Ces peuplements contiennent un nombre de poquets vigoureux et précoces qui produisent les talles et des épis sur le brin maître. L'ensemble devient moins sensible à une sécheresse car les poquets vigoureux sont capables de produire des épis avant et après une période de déficit hydrique.

Les paysans utilisent deux méthodes pour augmenter le nombre des poquets vigoureux : augmenter l'espacement entre les poquets et apporter du fumier. La densité de poquets préconisée de dix mille poquets à l'hectare (Inran, 1987) semés à Banizoumbou dans une culture traditionnelle sans intrants ne donne que douze pour cent de poquets vigoureux. (de Rouw & Winkel, 1998). Ce nombre augmente rapidement avec la réduction jusqu'à trente à quarante pour cent de la densité, soit cinq mille poquets à l'hectare. À Banizoumbou, dans une culture traditionnelle sans intrants où seule la densité a été augmentée à dix mille

poquets à l'hectare, un rendement en grains de huit cents kilogrammes à l'hectare à été obtenu lors d'une saison sans sécheresse intercalaire (1992), ce qui est rare. Sur le même terrain, les rendements ont chuté ensuite à deux cents kilogrammes grains à l'hectare en 1993 et à deux cent cinquante kilogrammes à l'hectare en 1994, au cours de saisons comprenant des périodes de sécheresses (de Rouw & Winkel, 1998). En revanche, des rendements moyens de quatre cents kilogrammes à l'hectare, beaucoup plus stables, ont été obtenus pendant la même période sur les champs paysans semés avec des densités d'environ cinq mille deux cents poquets à l'hectare. Ainsi, le choix d'une densité nettement sub-optimale de poquets correspond à l'assurance que les paysans doivent souscrire pour un minimum de rendement en cas de sécheresse.

L'apport du fumier, même en quantité faible et de qualité médiocre, donne plus de vigueur aux jeunes poquets que la fertilisation minérale (Rockström & de Rouw, 1997). Le nombre des poquets robustes dans le peuplement augmente aussi considérablement (plus de 30 p. cent) sous l'effet probable de l'action conjuguée d'une meilleure infiltration et d'une minéralisation plus rapide en début de saison. Toutefois, la quantité de minéraux apportée demeure insuffisante pour augmenter les rendements en grains ; elle ne profite qu'à la biomasse de tiges et feuilles.

Sur des sols appauvris, les poquets vigoureux disparaissent du peuplement. Les champs deviennent très sensibles aux périodes de sécheresses et risquent de ne rien produire certaines années où la répartition saisonnière des pluies est mauvaise.

Conclusion

L'augmentation de la population accroît la pression sur les terres cultivables. Selon la disponibilité des ressources, l'évolution de la culture du mil sera différente. Là où la fumure est abondante, la jachère disparaît et la culture du mil devient permanente grâce à l'apport périodique de fumier. Avec l'augmentation de la population agricole, certains terroirs continuent à être attractifs pour les pasteurs du fait de la présence d'eau, de sel et d'aires de pâturage qui ne peuvent pas être transformées en cultures. La fumure continue ainsi à être déposée sur le terroir. Seule la surface cultivée augmente et la quantité de fumure déposée aux champs est complétée par le paysan sous forme de transferts (par charrette, sur la tête) du fumier déposé ailleurs. Les rendements en grains peuvent se maintenir à un niveau de trois cents kilogrammes à l'hectare dans l'exemple de Bidi-2, au Burkina Faso (Reenberg & Fog, 1995).

Dans les terroirs qui ne sont pas particulièrement attractifs pour l'élevage, le maintien de la productivité repose sur la mise en jachère. Une augmentation de la population agricole fait invariablement diminuer la durée de la jachère. Le renouvellement des défrichements avant que le sol n'ait été régénéré entraîne un rapide épuisement de celui-ci, provoquant ainsi un nouvel abandon à la jachère. Non seulement les rendements moyens baissent, mais les risques d'échec deviennent très élevés. Avec la disparition de la jachère longue, les aires privilégiées de pâturages disparaissent aussi et le recours au fumier organique n'est possible que dans la mesure où les environs peuvent fournir des pâturages et de l'eau en quantités suffisantes. Deux exemples du Niger avec des terroirs recevant la même pluviométrie que Banizoumbou (Mayahi *et al.*, 1996 ; Dolé *et al.*, 1993) montrent que les pasteurs ne restent plus, faute de biomasse sur les sols dégradés et dans les jachères jeunes. Les champs proches du village sont les seuls à être fumés par le peu de déjections d'animaux disponible. Les rendements y sont légèrement supérieurs ($350 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) que ceux des champs à jachère courte ($150\text{-}250 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), mais nettement inférieurs à ceux des champs fumés de Banizoumbou.

Références

- Biarnès A. (éd.) (1998). *La conduite du champ cultivé. Point de vue d'agronomes*, Paris, Orstom.
- Dancette C. (1978). « Besoin en eau et adaptation du Mil à la saison des pluies au Sénégal », in *Proceedings Agroclimatological Research Needs of the Semi-arid Tropics*, Icrisat, nov. 1978. : pp. 211-226.
- De Rouw A. (1998). « Gestion de la fertilité du sol sur un terroir sahélien. Fumure animale, matière organique et encroûtement superficiel du sol dans les systèmes de culture de mil, étude au Niger », *Agriculture et Développement*, numéro spécial *Science du sol*, n° 18 : pp. 63-70.
- De Rouw A. (1999). « Comment assurer la production de mil : jachère ou parcentage ? », in Floret & Pontanier (éd., 1999) : pp. 139-152.
- De Rouw A. & Winkler T. (1998). « Drought avoidance by asynchronous flowering in pearl millet stands cultivated on-farm and on-station (Niger) », *Experimental Agriculture*, n° 34 : pp. 19-39.
- De Rouw A., Rajot J.-L. & Schmelzer G. (1998). « Effets de l'apport de bouses de zébus sur les composantes du rendement du mil, sur les mauvaises herbes et sur l'encroûtement superficiel du sol au Niger », in Biarnès (éd., 1998) : pp. 95-112.
- Dosso M., Michau P. & Wango O. (1996). « Diversité des sols et pratiques de gestion de leur fertilité, en zone sahélienne sableuse Mayahi (Niger) », in Jouve (éd., 1996) : pp. 15-27.
- Floret Ch. & Pontanier R. (éd) (1999). *Jachère et systèmes agraires*, Actes de l'atelier international, Niamey (Niger), 30 sept.-2 oct. 1998, Dakar, Coraf-Orstom-Union Européenne.
- Franquin P. (1969). « Analyse agroclimatique en régions tropicales : saison pluvieuse et saison humide. Applications », *Cah. Orstom, Sér. Biol.*, n° 9 : pp. 65-95.
- Gent van P. & El Hadji M. Najim (1993). « Étude des systèmes d'exploitation et d'utilisation des terres des agglomérats d'intervention du Projet Privat », Konni (Niger), Privat, *rapport multigr.*, 105 p. + annexes.
- Guillaud D. (1993). *L'ombre du mil. Un système agropastoral en Aribinda (Burkina Faso)*, Paris, Orstom.
- Inran (Institut de recherche agronomique du Niger) (1987). *Catalogue des variétés recommandées de mil, sorgho, niébé et autres cultures du Niger*, Rapport liaison recherche-vulgarisation, Niamey (Niger), Institut de recherche agronomique du Niger (Inran).
- Jouve Ph. éd. (1996). *Gestion des terroirs et des ressources naturelles au Sahel*, Actes du séminaire, Montpellier (France), 2-3 avril, Montpellier, Cnéarc, 145 p.
- Loireau M. & d'Herbès J.-M. (1993). « Mapping of land features of the Hapex-Sahel East Central Super Site. Poster, American Geophysical Union », Annual meeting, AGU Fall Meeting, 6-10 déc. 1993, San Francisco, EOS Trans., vol. LXXIV : p. 43.
- Loireau M. (1998). *Espaces - Ressources - Usages : Spécialisation des interactions dynamiques entre les systèmes sociaux et les systèmes écologiques au Sahel nigérien*, th. doct. Université Paul-Valéry, Montpellier III, France 12 déc. 1998, 393 p.
- Reenberg A. & Fog B. (1995). « The spatial pattern and dynamics of a Sahelian agro-ecosystem. Land use systems analysis combining household survey with georelated information », *GeoJournal*, vol XIII, n° 4 : pp. 489-499.
- Rockström J. & de Rouw A. (1997). « Water, nutrients and slope position in on-farm pearl millet cultivation in the Sahel », *Plant and Soil*, n° 195 : pp. 311-327.

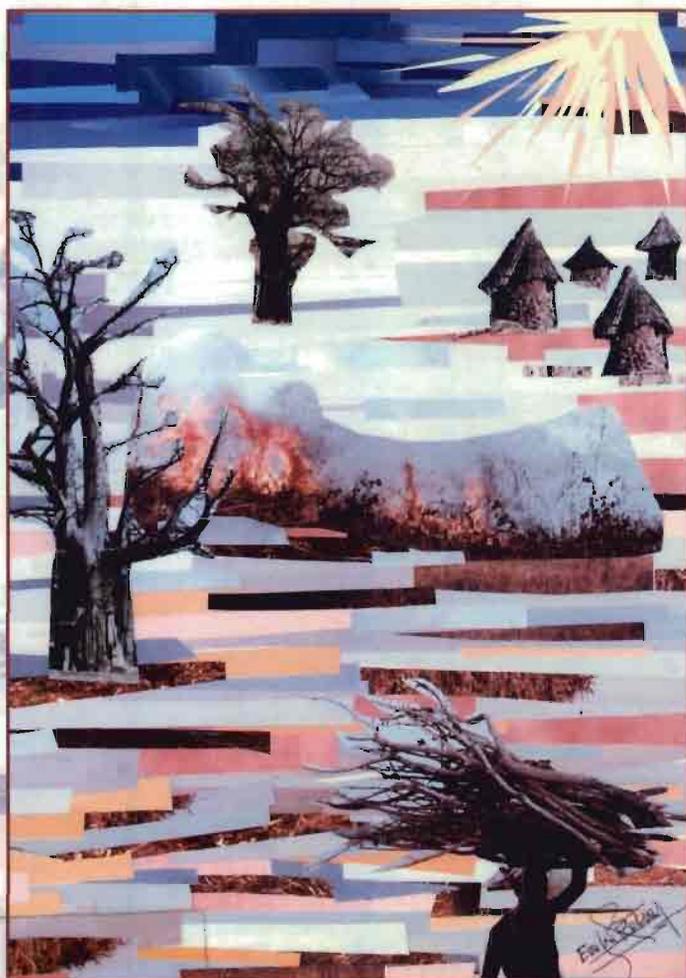
La jachère en Afrique tropicale

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