

Jachères naturelles et restauration des propriétés des sols en zone semi-aride

Cas du Sénégal

En Afrique tropicale soudanienne, l'exploitation des jachères se traduit par la diminution de leurs surfaces et de leur durée. Les ressources pastorales et ligneuses et les produits de la cueillette se raréfient. La jachère ne remplit plus son rôle de restauration de la fertilité des sols. La connaissance des effets de ces pratiques est un préalable à toute proposition relative à la durabilité des systèmes de culture et à la place de la jachère dans ces systèmes. Au Sénégal, la comparaison de zones protégées et de zones très exploitées permet d'évaluer les conséquences des modes de gestion des sols.

Dans les zones soudanienne d'Afrique tropicale, les jachères subissent une forte pression agricole et sylvo-pastorale. Cette exploitation intense se traduit à la fois par une diminution de leurs surfaces et de leur durée. Au cours d'une enquête conduite au Mali, OLSSON (1984) indique que la durée moyenne des jachères est passée de 17 à 9 ans. Au Burkina Faso, les jachères occupaient en 1956 environ 50 % des terres agricoles ; en 1980, elles n'en représentaient que le tiers (CASENAVE et VALENTIN, 1989). Les ressources pastorales et ligneuses ainsi que les produits de la cueillette se sont raréfiés. Dans le même temps, la jachère ne peut plus remplir son rôle dans les processus de restauration de la fertilité physico-chimique et biologique des sols (FLORET *et al.*, 1993).

Dans ce contexte, pour assurer leurs différentes fonctions dans les terroirs villageois, les jachères doivent être

améliorées et mieux exploitées. La connaissance des effets de ces pratiques sur les caractéristiques physico-chimiques et biologiques des sols et de leurs relations avec la végétation et les contraintes environnementales est un préalable à toute proposition technique. Ces données, abondantes pour les milieux tropicaux humides sont rares en zone semi-aride (PALM *et al.*, 1996). En 1994, les centres nationaux de recherche agronomique de six pays d'Afrique de l'Ouest ont lancé, en collaboration avec l'Orstom, une action de recherche, le programme Jachère, soutenue financièrement par l'Union européenne, pour étudier diverses pratiques de la jachère en Afrique de l'Ouest et du Centre.

L'objectif de cet article est de présenter, à partir des travaux réalisés au Sénégal, les observations collectées sur l'évolution des caractéristiques physico-chimiques et biologiques des sols, en fonction de la durée du

MASSE D.¹, CADET P.¹, CHOTTE J.-L.¹,
DIATTA M.², FLORET C.¹, N'DIAYE-FAYE N.³,
PATE E.¹, PONTANIER R.¹, THIOULOUSE J.⁴,
VILLENAVE C.¹.

1. Orstom, BP 1386, Dakar, Sénégal

2. Isra, BP199, Kaolack, Sénégal

3. Université Cheikh Anta Diop (UCAD),
Dakar, Sénégal

4. Cnrs/Orstom, BP 1386, Dakar, Sénégal

précédent cultural et de la jachère. La comparaison de zones protégées et de zones fortement anthropisées permet d'évaluer les effets des différents modes de gestion des sols.

La conduite de l'expérimentation

Le milieu

Cette étude a été menée dans la partie sud du bassin arachidier sénégalais dans le village de Sonkorong, appartenant à la communauté rurale de Thyse Kaymor (figure 1). Le climat est de type sahélo-soudanien à une seule saison des pluies de juin à octobre. La pluviosité annuelle est de 750 millimètres. La densité de population atteint 70 habitants au kilomètre carré.

Le contexte institutionnel

Le programme coopératif de recherche, intitulé « la jachère en Afrique tropicale », est exécuté, sous l'égide de la Conférence des responsables de recherche agronomique africains (Coraf), par les centres nationaux de recherche agronomique du Burkina Faso, du Cameroun, de la Côte d'Ivoire, du Mali, du Niger et du Sénégal, avec l'assistance scientifique du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad, France) et de l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (Orstom, France) qui en assure la coordination. Il reçoit le soutien financier de l'Union européenne (STD3/DGXII/TS3-CT93-0220 et DGVIII/7 ACP RPR 269).

Le projet s'intéresse essentiellement aux conséquences de la diminution du temps de jachère sur l'état des ressources des différents stades du cycle culture/jachère — fertilité biochimique, diversité, ressources pastorales et ligneuses, etc. Il propose des solutions à la gestion actuelle de l'espace rural des savanes de la zone pluviométrique 500–1 200 millimètres. La première phase prend fin en 1999 ; un séminaire international, qui se tiendra à Dakar du 13 au 16 avril 1999, présentera les principaux résultats.

Forêts et jachères ne représentent plus que 36 % de la superficie du territoire (DIATTA, 1994). Les parcelles cultivées sont surtout consacrées au mil et à l'arachide en rotation biennale. A ces cultures, est associé un élevage sédentaire orienté vers l'élevage bovin.

Les sols et la végétation

Dans la zone étudiée, BERTRAND (1972) distingue trois grandes unités géomorphopédologiques : un plateau d'altitude moyenne (40 m), un glacis de raccordement terrasse-plateau et un fond alluvial à différents niveaux de terrasse. Les sols sont essentiellement des sols ferrugineux tropicaux lessivés reposant sur gravillons ou sur une cuirasse ferrique. Ils sont généralement acides, très désaturés et appauvris en argile dans les horizons superficiels. Leur teneur en carbone organique est proche de 5 mg/g de sol. La réserve hydrique utile varie avec la profondeur d'apparition de l'horizon gravillonnaire (0,20 à plus de 1 m).

A Sonkorong, les plateaux sont occupés par une savane arbustive à base de combrétacées. Les ligneux les plus fréquents sont *Combretum glutinosum* Perr., *Guiera senegalensis* J.F. Gmel., *Icacina senegalensis* A.Juss et

Acacia macrostachya Reich. La végétation est limitée tant par la profondeur de la cuirasse que par la pression de prélèvement.

Les situations étudiées

Il s'agit d'une jachère ancienne de 17 ans (Ja) et d'une jachère récente de 3 ans (Jr) installée soit après une courte période de culture de 4 ans (Jr.Cc), soit après une longue période de culture de 40 ans (Jr.Lc). Chacune de ces jachères a été divisée en deux parties :

- une partie en défens, protégée du pâturage et de la collecte du bois par une clôture, et du feu par une bande pare-feu (D) ;
- une partie anthropisée, ouverte et soumise à la pression anthropique (A).

Les paramètres mesurés

Propriétés chimiques

Les paramètres chimiques ont été mesurés sur des échantillons de sol prélevés en 1996. Pour chaque situation, 16 prélèvements, espacés de 1,50 mètre, ont été effectués le long d'un transect fixe localisé dans une zone représentative. Chaque prélèvement a été analysé séparément.

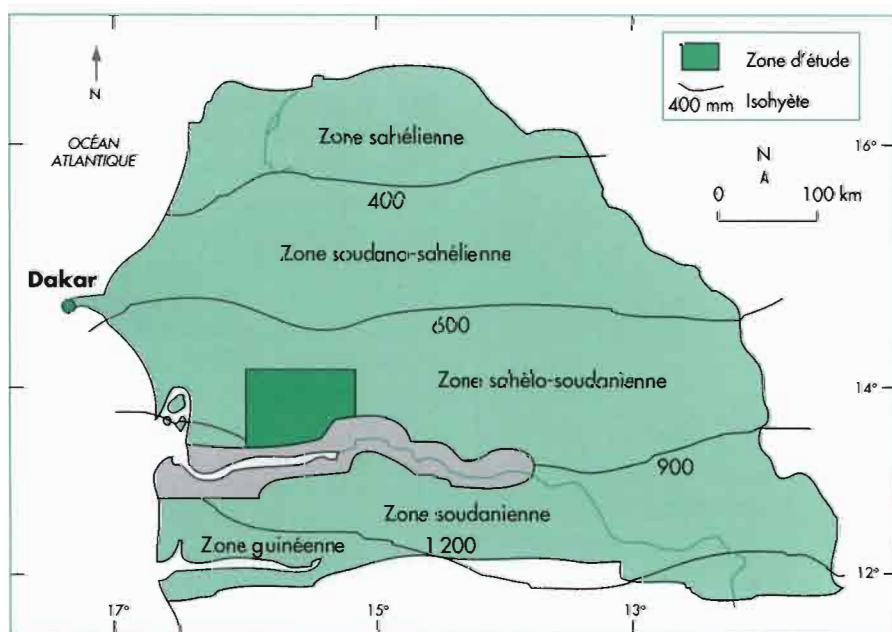


Figure 1. Situation de la zone d'étude.

Les analyses concernent le carbone organique total (méthode ANNE), l'azote total (méthode KJELHDAL), le phosphore total (méthode MURPHY et RILEY), la capacité d'échange cationique (méthode au $\text{CaCl}_2 \text{ KNO}_3$), les bases échangeables (méthode à pH 7 à l'acétate d'ammonium). Après une analyse de variance dans laquelle la teneur en argile de chaque échantillon est introduite comme covariable, un test de comparaison multiple (NEWMANN et KEULS) est appliqué sur les moyennes de chaque situation.

Propriétés physiques

Ces caractérisations ont été réalisées uniquement dans la jachère ancienne en défens (Ja.D) et dans la jachère récente en défens installée après 40 années de culture (Jr.Lc.D). Deux blocs de 10 centimètres d'arête de sol non perturbé ont été prélevés sur chaque situation en janvier 1997, c'est-à-dire sur des jachères respectivement âgées de 3 et 19 ans, pour déterminer d'une part la porosité totale caractérisée par analyse d'image sur lame mince, et d'autre part une distribution pondérale des agrégats après fractionnement granulométrique (CHOTTE *et al.*, 1993).

Propriétés biologiques

Les analyses nématologiques ont porté sur les mêmes échantillons que ceux prélevés pour la caractérisation chimique. Cependant, les analyses

nématologiques ont été effectuées durant 3 années (1994, 1995 et 1996) en saison sèche (mars), en début de saison des pluies (juin), en saison des pluies (deux dates : juillet et septembre), en fin de saison des pluies (octobre) et en début de saison sèche (novembre). Les nématodes phytoparasites sont extraits du sol par la méthode de SEINHORST (1962). Les divers genres (saprophages et parasites) et les différentes espèces sont dénombrés sous une loupe binoculaire. Les relations entre les abondances des espèces de nématodes et les transects des différentes situations sont étudiées par une analyse triadique (THIOULOUSE et CHESSEL, 1987).

La biomasse microbienne totale a été déterminée sur des échantillons de sol prélevés dans l'horizon 0-10 centimètres des parcelles Ja.D et Jr.Lc.D en mars 1997. Après une pré-incubation selon la méthode de SCHINNER *et al.* (1996), la biomasse totale est estimée par la méthode de fumigation-extraction (AMATO et LADD, 1988) à partir du gain d'azote aminé libéré au cours d'une incubation de 10 jours en atmosphère saturée en chloroforme. Trois mesures sont réalisées pour chaque échantillon.

La fixation de l'azote par les organismes non symbiotiques a été réalisée sur les sols prélevés sur les parcelles Ja.D et Jr.Lc.D âgées respectivement de 19 et 3 ans par la méthode de l'ARA (activité réductrice

de l'acétylène) à partir du dosage d'éthylène formé en conditions contrôlées d'incubation.

Les résultats des analyses chimiques

Les résultats des analyses chimiques sont présentés dans le tableau 1.

Matière organique : carbone et azote total

La teneur en carbone organique du sol (horizon 0-10 cm) est significativement supérieure dans les jachères anciennes (Ja), avec une différence par rapport aux jachères récentes (Jr) de l'ordre de 1,5 à 2 mg/g de sol. Pour les jachères anciennes, la teneur en carbone des sols en défens est significativement supérieure à celles des situations anthropisées. Aucune différence significative n'apparaît pour les jachères récentes entre les parcelles protégées et celles anthropisées ; la teneur moyenne en carbone pour ces quatre situations est de l'ordre de 4,4 mg/g de sol. Dans les parcelles anthropisées, 17 ans de jachère permettent d'augmenter la teneur en carbone de 27 % par rapport à celle mesurée après 3 années de jachère. Cette augmentation atteint 56 % si les parcelles sont mises en défens.

Tableau 1. Paramètres chimiques du sol dans les différentes jachères. Les lettres indiquent les groupes de moyennes significativement différents après une analyse de variance.

Situation	C	N	P total (mg/kg de sol)	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CEC	S/T %
	(mg/g de sol)								
Jachère récente (3 ans)									
Lc.A	4,57 c	0,35 b	62 a	1,58 a	0,73 ab	0,03 abc	0,06 b	3,80 c	64,0 ab
Lc.D	4,36 c	0,36 b	69 a	1,60 a	0,68 b	0,006 d	0,06 b	3,56 cd	65,4 a
Cc.A	4,63 c	0,46 b	60 a	1,07 b	0,49 c	0,02 bcd	0,10 a	2,95 e	58,0 bc
Cc.D	4,02 c	0,45 b	59 a	0,86 b	0,34 d	0,01 dc	0,09 a	3,20 de	41,5 d
Jachère ancienne (17 ans)									
A	6,00 b	0,60 a	71 a	1,66 a	0,64 b	0,05 a	0,09 a	4,40 b	56,5 c
D	6,87 a	0,50 b	90 a	1,81 a	0,79 a	0,04 ab	0,11 a	4,98 a	54,0 c

Lc : jachère récente installée après une période de culture de 4 ans.

Cc : jachère récente installée après une période de culture de 40 ans.

A : soumise à la pression anthropique.

D : mise en défens totale.

La teneur en azote total des sols est équivalente dans toutes les situations à l'exception de la jachère ancienne anthropisée où elle est significativement supérieure.

Phosphore total

Les teneurs en phosphore n'augmentent pas de façon significative dans les jachères anciennes, comparées aux jachères récentes.

Bases échangeables

La capacité d'échange cationique des sols des jachères anciennes est supérieure à celle des jachères récentes. La valeur la plus élevée est enregistrée dans la parcelle mise en défens. Les valeurs les plus faibles ont été obtenues dans les jachères jeunes

avec précédent cultural court. La protection n'a pas d'incidence sur ce paramètre. Les bases échangeables suivent les mêmes tendances.

Les résultats des analyses physiques

Porosité totale et agrégation

La porosité totale observée sur une lame mince atteint 24 % dans la jachère ancienne en défens. Elle est significativement plus faible dans la jachère récente en défens (12 %).

Concernant le test d'agrégation, la fraction pondéralement la plus importante est la fraction 50-2 000 µm (figure 2). Dans la jachère récente protégée, cette fraction représente

environ 70 % du poids du sol total. Cette proportion est significativement plus faible dans la jachère ancienne (Ja.D : 46 %). Pour ces deux situations, la fraction 50-2 000 µm obtenue lors de l'analyse mécanique représente 64 % (Jr.D) et 55 % (Ja.D) du poids du sol total. Les argiles dispersées (0-2 µm) sont les plus abondantes dans la situation Jr.D (11 % du poids du sol total) que dans la situation Ja.D (2 %). Cette quantité est respectivement équivalente et significativement inférieure aux argiles granulométriques obtenues lors de l'analyse mécanique dans chaque situation. Contrairement aux autres fractions, les fractions 2-50 µm et de plus de 2 000 µm sont les plus abondantes dans la jachère ancienne protégée. Elles représentent, en pourcentage du poids du sol total, respectivement 23 % pour Ja.D et 12 % pour Jr.D ; 29 % pour Ja.D et 7 % pour Jr.D. Il n'existe pas de graviers de plus de 2 000 µm dans les sols : la fraction de plus de 2 000 µm est donc constituée d'agrégats.

Les résultats des analyses biologiques

Peuplements de nématodes

Sur le plan statistique, la mise en défens des jachères favorise le développement des espèces majeures — potentiellement dangereuses pour l'agriculture — dans la jachère jeune sur sol épuisé par une longue période de culture, alors que l'inverse se produit pour le précédent cultural de courte durée (tableau 2). Cependant, les différences qui apparaissent dans l'abondance globale des espèces majeures (2 500 à 6 000 nématodes/dm³ de sol) ne sont pas réellement importantes, ni significatives compte tenu des potentialités de reproduction des nématodes. Il y a moins d'espèces de nématodes phytoparasites dans la parcelle de jachère jeune qui a été cultivée pendant une longue période.

Parallèlement, à l'échelle du transect, la richesse des peuplements

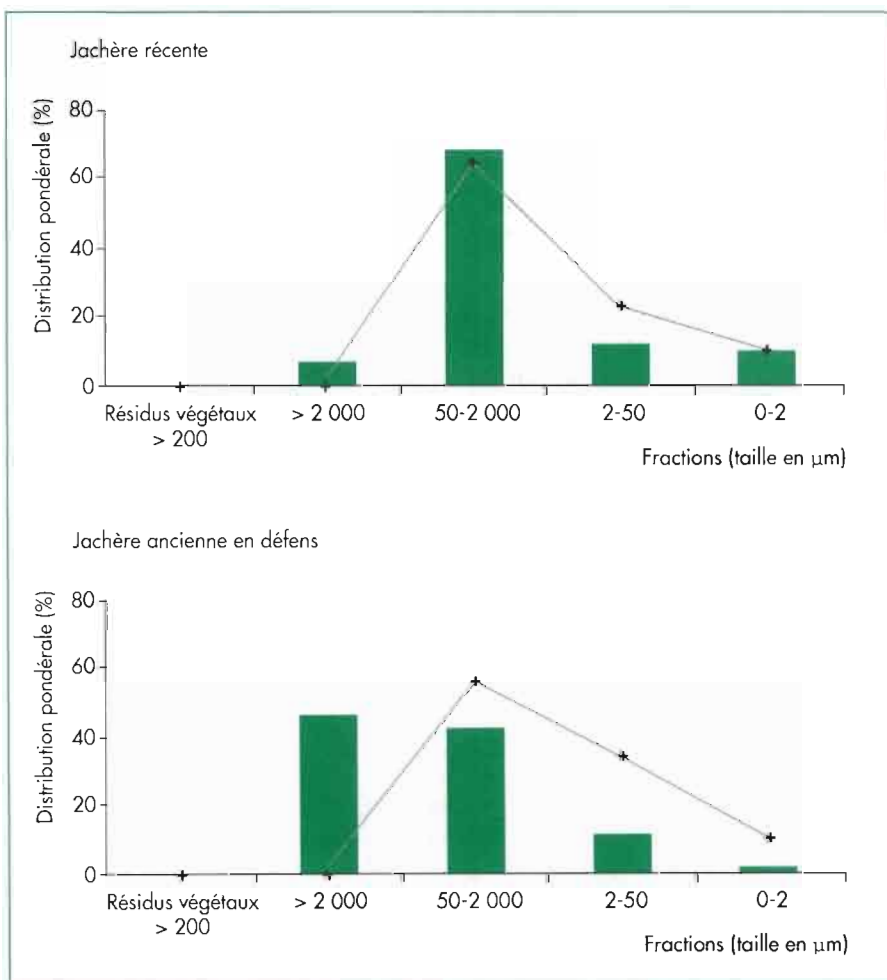


Figure 2. Distribution pondérale des fractions obtenues par fractionnement granulométrique et analyse mécanique des sols (horizon 0-10 cm) des jachères récente (Jr.D) et ancienne (Ja.D) en défens.

Tableau 2. Abondance moyenne des nématodes dans différentes jachères pour les trois années d'observations (nombre par 250 cm³ sol). Moyenne (écart type de la moyenne) ; deux moyennes suivies de la même lettre ne sont pas statistiquement différentes ($p < 0,05$, tests de Wilcoxon).

Situation	Numéro transects	Nématodes libres (x 10 ³)	Espèces mineures	Espèces majeures	Abondance totale (x 10 ³)
Jachère récente (3 ans)					
Lc.A	1	5,3 (0,7) a	314 (56) a	617 (62) a	6,2 (07) ab
Lc.D	2	4,8 (06) ab	428 (70) a	1 049 (112) bc	6,3 (0,7) a
Cc.A	3	4,4 (0,5) ab	293 (38) a	809 (86) b	5,5 (0,6) a
Cc.D	4	4,7 (0,6) ab	351 (62) a	663 (65) a	5,7 (0,7) ab
Jachère ancienne (17 ans)					
A	7	5,3 (0,7) abc	740 (102) b	768 (118) ab	6,8 (0,9) b
A	8	6,2 (0,7) c	1 113 (167) cd	1 506 (187) cd	8,8 (1,0) c
D	9	4,0 (0,3) a	723 (64) bc	1 566 (176) d	6,2 (0,4) ab
D	10	6,3 (0,5) c	987 (127) d	1 646 (176) d	8,9 (0,7) c

nématologiques augmente avec l'âge de la jachère (tableau 3). Dans les jachères jeunes, l'effet de la mise en défens provoque des résultats opposés pour cet indice. Dans les jachères anciennes, la richesse des peuplements de nématodes est comparable entre les zones protégées et les zones anthropisées.

L'analyse triadique, dont les résultats détaillés ne sont pas présentés ici, montre que la structure spécifique des peuplements de nématodes des zones protégées et des zones anthropisées est relativement stable au cours de la saison. Cette structure évolue avec l'âge de la jachère et en fonction de sa situation (figure 3). Dans les jachères récentes, les populations de *Scutellonema cavenssi* et de *Tylenchorhynchus gladiolatus* sont abondantes alors que dans les jachères de 18 ans, ce sont les populations d'*Helicotylenchus dihystra*, de *Gracilachus parvula* et les espèces mineures qui sont dominantes, et inversement (figure 3 a). Les zones anthropisées se distinguent des zones en défens (figure 3 b), sauf dans le cas de la jachère récente sur sol appauvri. Dans les parcelles protégées, *Helicotylenchus dihystra* est plus abondant, les effectifs sont multipliés par 3 environ, et les populations de *Tylenchorhynchus mashhoodi* et de *Pratylenchus pseudopratensis* sont nettement plus faibles que dans les zones anthropisées ou dans les jachères sur défriche ancienne.

Biomasse microbienne totale et fixation de l'azote par les organismes non symbiotiques

La biomasse microbienne totale du sol de la jachère ancienne en défens (carbone : 385 µg/g de sol) est significativement supérieure à celle de la jachère récente en défens (292 µg/g de sol). L'activité potentielle de fixation non symbiotique de l'azote est très nettement plus élevée dans la jachère ancienne. En effet, pour l'horizon 0-10 centimètres, la quantité potentielle d'azote fixé par les organismes non symbiotiques est 7 fois plus élevée dans la situation Ja.D que celle mesurée dans Jr.D. Elle représente respectivement 6 et 0,8 kilos d'azote par hectare.

Discussion

Amélioration de la teneur en carbone et de la biomasse microbienne

A condition d'éviter toute perturbation par la protection intégrale, la jachère permet d'améliorer sensiblement les teneurs en carbone total du sol. Entre 3 et 17 ans de jachère, la teneur en carbone augmente d'environ 50 %. Cette situation s'explique par le fait que dans la zone soudano-sahélienne, la succession de la végétation post-culturale est une strate herbacée, arbustive puis arborée. Or, l'étude des cycles du carbone, de l'azote et des éléments minéraux dans les savanes souligne l'importance des ligneux

Tableau 3. Richesse spécifique à l'échelle globale (nombre total d'espèces rencontrées) et du transect des peuplements nématologiques. Deux moyennes suivies de la même lettre ne sont pas statistiquement différentes ($p < 0,05$, tests de WILCOXON).

Situation	Numéro transects	Nombre d'espèces	Richesse spécifique à l'échelle du transect
Jachère récente (3 ans)			
Lc.A	1	6	3,77 (0,30) a
Lc.D	2	7	4,53 (0,31) a
Cc.A	3	9	6,47 (0,38) b
Cc.D	4	8	5,94 (0,39) b
Jachère ancienne (17 ans)			
A	7	8	6,18 (0,21) b
A	8	8	7,88 (0,27) c
D	9	8	7,94 (0,31) c
D	10	9	7,82 (0,27) c

dans l'apport de la matière organique, à travers les dépôts de litière et la biomasse racinaire, source d'éléments minéraux (NYE et GREENLAND, 1960 ; MENAUT *et al.*, 1985).

L'augmentation de la teneur en carbone total n'est que de 36 % entre les jeunes jachères et les vieilles jachères non protégées. La mise en défens,

protégeant les parcelles contre le feu, le pâturage et les prélèvements de bois, permet d'accroître la biomasse aérienne produite de 80 % environ (DIATTA, 1994). Mais cette situation ne contribue à augmenter la teneur en carbone total du sol que de 12 % seulement par rapport à la zone non protégée. Ces résultats pourraient

s'expliquer dans la mesure où les prélèvements de biomasse aérienne dans les jachères anthropisées n'influent pas sur le développement du système racinaire, notamment des ligneux qui restent vivants après la coupe des tiges. La biomasse racinaire jouerait un rôle capital dans la dynamique de la matière organique et des minéraux dans les vieilles jachères.

L'enrichissement en matière organique est également à la base de l'accroissement de l'activité microbologique comme l'indique une amélioration de la biomasse microbienne (30 %) et de l'activité de fixation de l'azote avec le temps de jachère. Matières organiques et activité biologique ont une répercussion sur les qualités physiques du sol. Après immersion dans l'eau, les macro-agrégats augmentent de 50 à 70 % en 15 ans de jachère environ, alors que la quantité d'argile dispersable diminue durant la même période. La porosité totale est parallèlement multipliée par deux.

Les nématodes : des effets diversifiés

Sur le plan nématologique, l'effet de la jachère est plus difficile à apprécier, puisque la densité globale d'infestation du sol est multipliée par 2. Sur le plan quantitatif, les différences sont beaucoup plus évidentes. Les proportions relatives de *Scutellonema cavenessi* et *Tylenchorhynchus gladiolatus*, présents majoritairement dans les parcelles cultivées, diminuent au profit d'autres espèces, notamment d'*Helicotylenchus dihystera*. Or, cette espèce a la propriété d'atténuer l'effet pathogène du peuplement auquel elle appartient (VILLENAVE *et al.*, 1997). Les conséquences de l'accroissement de la biodiversité nématologique se traduisent par une meilleure croissance du mil en présence de nématodes dans le sol de jachère (CADET et BOIS, à paraître) qui, pourtant, contient beaucoup plus de parasites que le sol cultivé ou les jeunes jachères. Contrairement à la durée de la jachère, la mise en défens n'a qu'une action très secondaire sur le facteur nématologique.

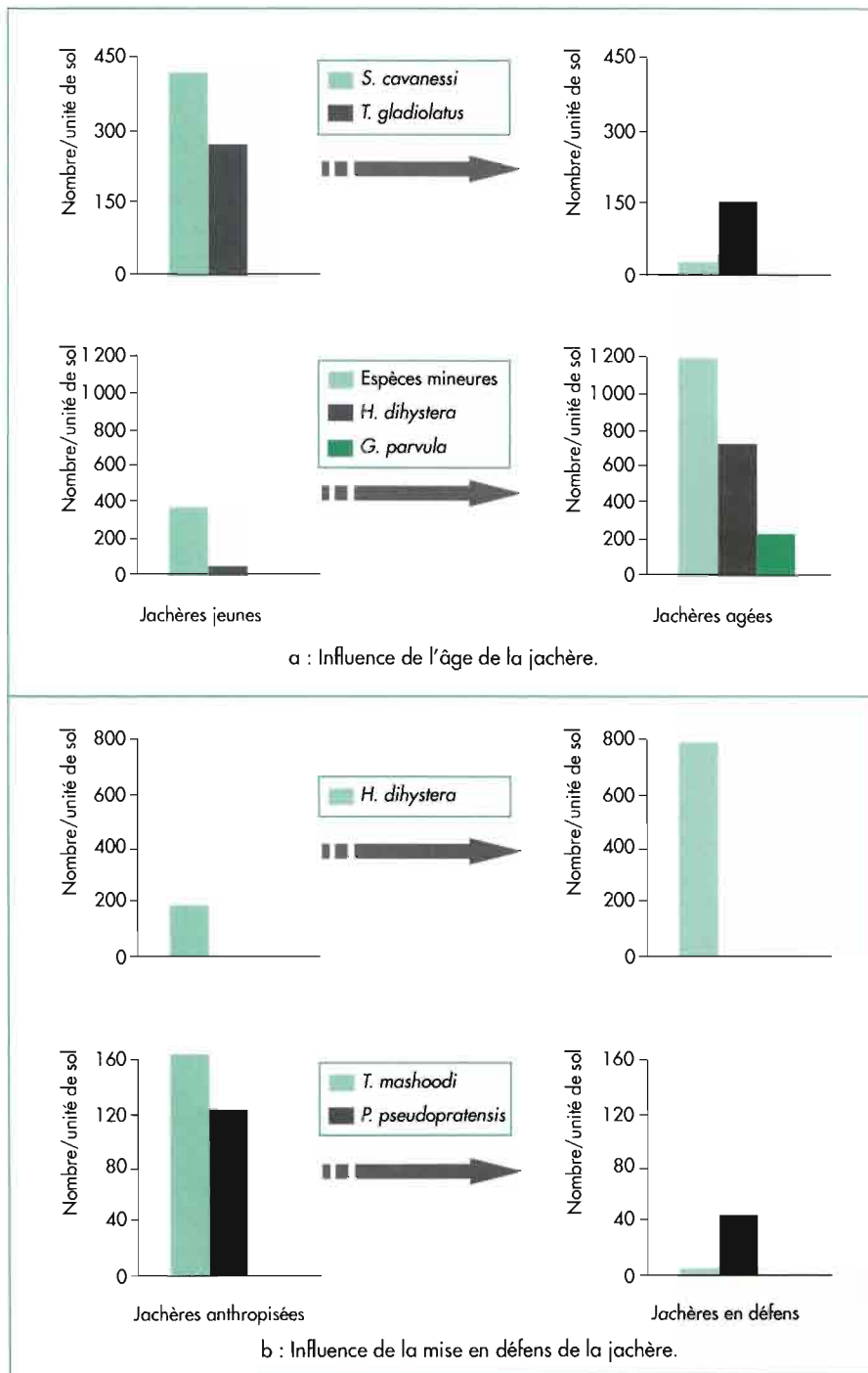


Figure 3. Récapitulation des incidences majeures de la jachère sur l'abondance de certaines espèces de nématodes, mises en évidence par l'analyse triadique.
 a : Influence de l'âge de la jachère.
 b : Influence de la mise en défens de la jachère.

Le cas particulier des jachères jeunes

En ce qui concerne les jachères jeunes, trois années de mise en défens n'entraînent pas de modifications majeures des caractéristiques chimiques du sol. Pour les nématodes, la durée du précédent cultural détermine l'incidence de la mise en défens. Si le champ n'a été cultivé que pendant une courte période, la mise en défens fait diminuer l'abondance de certaines populations comme *Pratylenchus pseudopratensis* ou *Tylenchorhynchus mashoodi*. Ces espèces disparaissent lorsque la culture est pratiquée pendant de très nombreuses années, probablement en raison de la disparition d'espèces végétales et en particulier des ligneux (DONFACK *et al.*, 1995).

Cette différence dans l'abondance des ligneux dans les jachères jeunes ne se répercute pas nécessairement sur les teneurs en matière organique. En effet, les premières années après l'abandon de la culture, les arbustes et les herbacées, pour la plupart annuelles, ont une production racinaire peu élevée ; l'apport de matière organique par l'enracinement est restreint et explique le faible impact de la mise en défens ou de l'antécédent cultural dans les jachères de trois ans.

Cependant, des différences sont susceptibles d'apparaître lorsque les herbacées pérennes plus productives en biomasse racinaire s'installent, c'est-à-dire après 5 à 6 ans de jachère (DONFACK, 1993).

Conclusions : quelles solutions ?

Dans la zone étudiée, l'effet d'une jachère sur les caractéristiques physico-chimiques et biologiques des sols est essentiellement lié à la biomasse végétale produite, donc à la durée de la mise en jachère et au type d'espèces végétales présentes. Une restauration de la qualité agronomique des sols nécessite un temps de jachère beaucoup trop long, qui n'est plus envisageable dans le contexte socio-économique de la zone soudano-sahélienne. La culture continue avec apport d'engrais uniquement sur les productions de rente est devenue la règle dans de vastes régions, à l'image de la zone cotonnière du sud du Mali ou du bassin arachidier au Sénégal. Cette agriculture minière limite non seulement la restauration de la fertilité mais prive également la population des produits des jachères (pâturage, bois de chauffe et bois d'œuvre, produits de cueillette).

Des travaux sont en cours pour définir des pratiques de jachères améliorées ou de substitution. Tenant compte des facteurs écologiques dans le fonctionnement des jachères, ces pratiques doivent privilégier l'introduction de ligneux et d'espèces pérennes à croissance rapide, à forte biomasse racinaire et si possible fixateurs d'azote, qui auront alors un impact sur les caractéristiques bio-physiques des sols. Les jachères améliorées conduiront ainsi à une production durable en permettant de mieux conserver les qualités physiques et biologiques des sols par rapport à la jachère naturelle de courte durée. Cependant, cette jachère améliorée nécessite une intensification de l'ensemble du système de production — amélioration du statut organique et du statut phosphorique des sols, modification de la tenure des terres exploitées. Des soles fourragères et des techniques agroforestières sont testées dans plusieurs pays : par exemple des jachères améliorées à base d'une plante fourragère comme *Stylosanthes hamata* suscitent un fort intérêt des paysans du sud du Mali. Un autre exemple d'application de ces résultats est l'embocagement des terroirs par des haies vives, qui constitueraient des sources de biodiversité nécessaire au maintien du fonctionnement durable des systèmes agro-écologiques.

Bibliographie

- AMATO M., LADD J.N., 1988. Assay for microbial biomass based on ninhydrin-reactive nitrogen in extracts of fumigated soils. *Soil biology and Biochemistry* 20 : 107-114.
- BERTRAND R., 1972. Morphopédologie et orientations culturales des régions soudaniennes du Sine Saloum. Cartes (1/100 000). *L'Agronomie Tropicale* 27 : 1 116-1 190.
- CADET P., BOIS J.-F., à paraître. Pathogenic effect of two communities of plant parasitic nematodes on vegetative growth on millet in Senegal (Abstr.). *African Plant Protection*. (Sous presse).
- CASNAVE A., VALENTIN C., 1989. Les états de surface de la zone sahélienne. Coll. Didactiques, Orstom, Paris, France, 230 p.
- CHOTTE J.-L., VILLEMIN G., GUILLORE G., MONROZIER L., 1993. Morphological aspects of microorganism habitats in a vertisol. *In International Workshop on Soil Micromorphology*, Townsville, Australie, 12-17 juillet 1992. Elsevier, Amsterdam, Pays-Bas, p. 395-403.
- DIATTA M., 1994. Mise en défens et techniques agroforestières au Sine Saloum (Sénégal). Effets sur la conservation de l'eau, du sol et sur la production primaire. Thèse de doctorat, université de Strasbourg I, France, 202 p.
- DONFACK P., 1993. Etude de la dynamique de la végétation après abandon de la culture au Nord-Cameroun. Thèse de doctorat, université de Yaoundé, Cameroun, 172 p.
- DONFACK P., C. FLORET, PONTANIER R., 1995. Secondary succession in abandoned fields of dry tropical Northern Cameroon. *Journal of Vegetation Science* 6 : 199-508.
- FLORET C., PONTANIER R., SERPANTIE G., 1993. La jachère en Afrique tropicale. Dossier MAB n° 16. Unesco, Paris, France, 86 p.
- MENAUT J.-C., BARBAULT R., LAVELLE P., LEPAGE M., 1985. African savannas : biological systems of humification and mineralization. *In Ecology and management of the world's savannas*, TOTHILL J.C., MOTT J.J. (Eds), Australian Acad. Science, Canberra.
- NYE P.H., GREENLAND D.J., 1959. Increases in the carbon and nitrogen contents of tropical soils under natural fallows. *Journal of Soil Science* 10 (2) : 284-299.
- OLSSON K., 1984. Long-term Changes in the Woody Vegetation in N. Kordofan, The Sudan. A study with the emphasis on *Acacia senegal*. Rapport et Notiser, Lund, 60. Lunds Universitets Naturgeografiska Institution, Lund., 60 p.
- PALM C.A., SWIFT M. J., WOOPER P.L., 1996. Soil biological dynamics in slash-and-burn agriculture. *Agriculture Ecosystems and Environment* 58 (1) : 61-74.
- SCHNINNER F., OLHINGER R., KANDELER E., MARGESIN R., 1996. *Methods in Soil Biology*. Springer Verlag, 426 p.
- SEINHORST J.W., 1962. Modifications of the elutriation method for extracting nematodes from soil. *Nematologica* 8 : 117-128.
- THIOULOUSE J., CHESSEL D., 1987. Les analyses multitableaux en écologie factorielle. I. De la typologie d'état à la typologie de fonctionnement par l'analyse triadique. *Acta Oecologica, Oecologia Generalis* 8 : 463-480.
- VILLENAVE C., CADET P., PATE E., N'DIAYE N., 1997. Microcosm experiment on development of different parasitic nematode fauna in two soils from the soudanese-sahélien zone of West Africa. *Biology and Fertility of Soil* 24 : 288-293.

Résumé... Abstract... Resumen

MASSE D., CADET P., CHOTTE J.-L., DIATTA M., FLORET C., N'DIAYE-FAYE N., PATE E., PONTANIER R., THIOULOUSE J., VILLENAVE C. — **Jachères naturelles et restauration des propriétés des sols en zone semi-aride. Cas du Sénégal.**

L'objectif des travaux est d'analyser, dans une zone sahélo-soudanienne fortement peuplée du Sénégal, les effets de jachères naturelles, d'âge et de gestion différents, sur les caractéristiques physico-chimiques et biologiques des sols. Avec une protection totale contre le pâturage et l'exploitation du bois, 15 ans de jachère permettent d'accroître les teneurs en matière organique de 50 %. La porosité totale de l'horizon de surface est multipliée par deux, l'abondance des macro-agrégats s'accroît de 50 à 70 % et la biomasse microbienne totale de 30 %. Quinze années de jachère protégée ne provoquent pas une baisse de la densité globale d'infestation en nématodes phytoparasites, mais modifient la composition spécifique du peuplement. Les jachères anciennes soumises à une forte pression d'exploitation présentent les mêmes tendances, mais montrent des teneurs en matière organique du sol inférieures d'environ 20 % à celles de parcelles protégées. Sur les jachères jeunes (3 années), le temps de culture précédant l'abandon cultural n'a pas d'influence significative sur les paramètres mesurés. Même si elle était réalisable, la jachère naturelle de longue durée ne possède plus les potentialités nécessaires à la restauration de la fertilité du milieu. Il faut s'orienter vers des pratiques de jachères améliorées ou de substitution, en introduisant des ligneux et des graminées pérennes à forte biomasse racinaire et à croissance rapide, qui ont un fort impact sur les caractéristiques biologiques et physiques des sols.

Mots-clés : jachère, analyse de sol, carbone, azote, phosphore, base échangeable, porosité, nématode, biomasse microbienne, Sénégal.

MASSE D., CADET P., CHOTTE J.-L., DIATTA M., FLORET C., N'DIAYE-FAYE N., PATE E., PONTANIER R., THIOULOUSE J., VILLENAVE C. — **Natural fallow and soil fertility restoration in semi-arid zones.**

Example: Senegal.

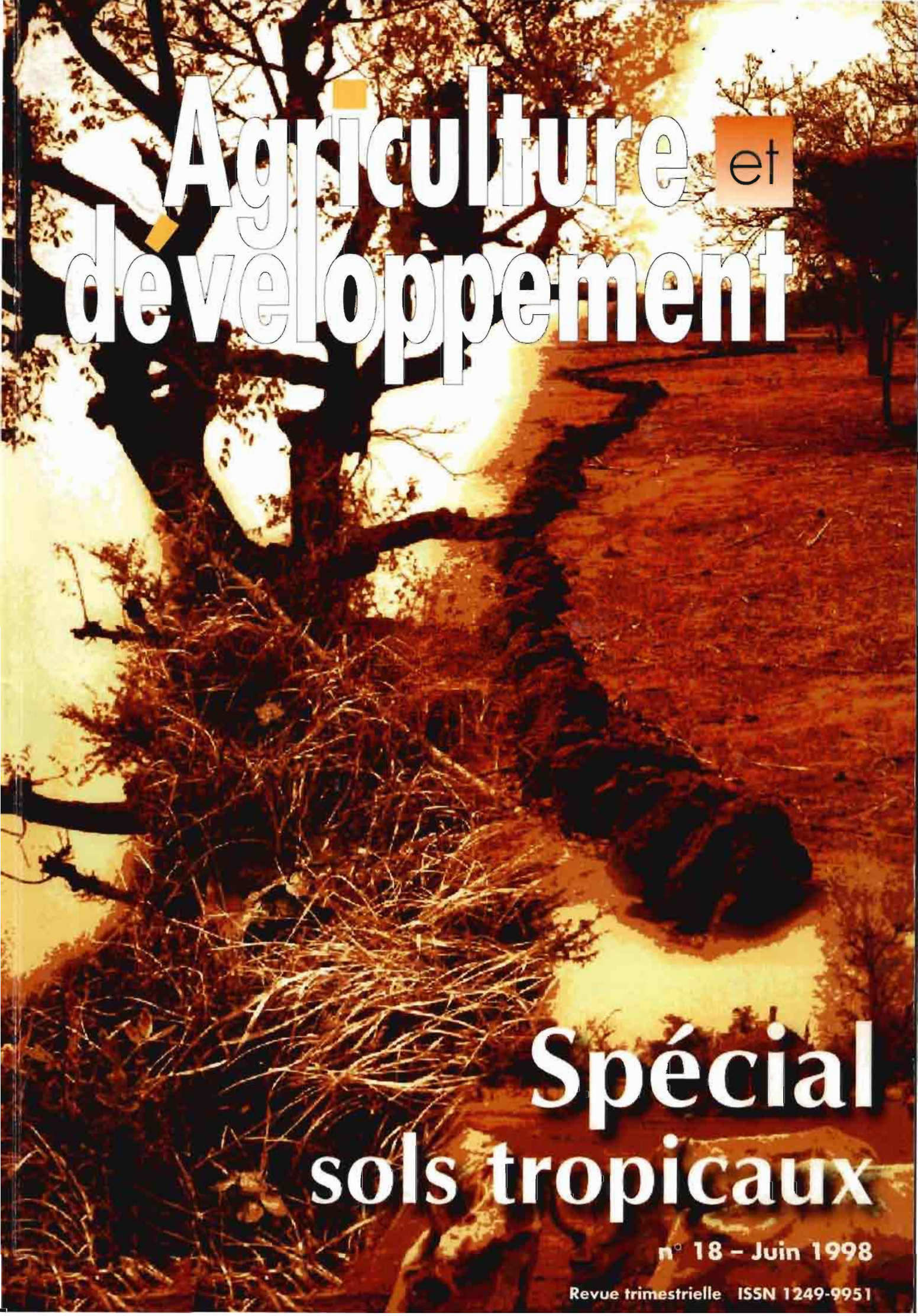
This work is set out to analyse the effects of natural fallow areas of different ages and managed in different ways, on soil physico-chemical and biological characteristics in a densely populated Sahel-Sudanese zone in Senegal. With total protection against grazing and wood exports, 15 years of fallow increased organic matter contents by 50%. The total porosity of the topsoil was doubled and macro-aggregate levels increased by 50-70% and total microbial biomass by 30%. Fifteen years of protected fallow did not lead to a reduction in overall parasitic nematode infestation, but did modify specific population composition. Highly exploited former fallow areas showed the same trends, but soil organic matter contents were around 20% lower than in protected plots. In young fallow plots (three years), the cropping period prior to fallow did not have a significant effect on the parameters measured. Even if feasible, long periods of natural fallow can no longer restore soil fertility on such soils, and it is now necessary to change to improved fallow or substitute crops such as woody species or perennial grasses, which grow fast and have a substantial root biomass, hence have a strong impact on soil biological and physical characteristics.

Keywords: fallow, soil analysis, carbon, nitrogen, phosphorus, exchangeable bases, porosity, nematode, microbial biomass, Senegal.

MASSE D., CADET P., CHOTTE J.-L., DIATTA M., FLORET C., N'DIAYE-FAYE N., PATE E., PONTANIER R., THIOULOUSE J., VILLENAVE C. — **Los barbechos naturales y la restauración de los suelos en zona semi-arida. Caso de Senegal.**

El objetivo de los trabajos es analizar, en una zona sahelosudanesa fuertemente poblada de Senegal, los efectos de barbechos naturales, de edad y de manejo diferentes, en las características físico-químicas y biológicas de los suelos. Con una protección total contra el pasto y la explotación de la madera, 15 años de barbecho permiten incrementar los contenidos de materia orgánica de un 50%. La porosidad total del horizonte de superficie se multiplica por dos, la abundancia de los macro-agregados se incrementa de un 50 a un 70% y la biomasa microbiana total de un 30%. Quince años de barbecho protegido no provocan una baja de la densidad global de infestación de nematodos fitoparasitos, pero modifica la composición específica de la repoblación. Los antiguos barbechos sometidos a una fuerte presión de explotación presentan las mismas tendencias, pero muestran contenidos de materia orgánica del suelo inferiores de aproximadamente un 20% a las parcelas protegidas. En las jóvenes barbechos (3 años), el tiempo de cultivo que precede el abandono cultural no tiene influencia significativa en los parámetros medidos. Inclusive si se podía realizar, el barbecho natural de larga duración no posee ya los potencialidades necesarias para la restauración de la fertilidad del medio ambiente. Hay que orientarse hacia prácticas de barbechos mejorados o de sustitución, al introducir leñosas y gramíneas perennes de fuerte biomasa radicular y crecimiento rápido, que tienen un fuerte impacto en las características biológicas y físicas de los suelos.

Palabras-claves: barbecho, análisis de suelo, carbono, nitrógeno, fósforo, bases intercambiables, porosidad, nematodo, biomasa microbiana, Senegal.



Agriculture **et** développement

Spécial sols tropicaux

n° 18 - Juin 1998

Revue trimestrielle ISSN 1249-9951