

COMMENT ASSURER LA PRODUCTION DE MIL : JACHÈRE OU PARCAGE ?

Anneke DE ROUW *

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

RÉSUMÉ D'AUTEUR

Le Sahel subit des risques de sécheresse et ne dispose que de sols pauvres. Pour lutter contre la diminution de la fertilité des champs, les paysans ont recours à deux techniques : la mise en jachère et la fumure organique (essentiellement sous forme de restitution par le parage). Dans la zone d'étude, coexistent des systèmes de cultures sur jachères, peu ou assez dégradées, et des systèmes de culture avec fumure organique.

Du fait des dépôts de poussières pendant la période de jachère, la surface du sol s'enrichit en éléments fins, puis le sol devient relativement riche en matière organique. Lors d'une période de culture sans intrants, le stock en matière organique diminue et les éléments fins sont sujets aux érosions éolienne et hydrique par suite des sarclages et du défrichement. Une succession des cycles culture-jachère renforce ces pertes. Le parage extensif arrive à atténuer les pertes en matière organique mais pas celles en éléments fins. L'analyse de l'horizon superficiel (matière organique et texture) permet de distinguer quatre systèmes de culture : sans intrants sur jachère — soit dix ans de culture et plus de quinze ans de jachère, soit quatre à cinq ans de culture et trois à quatre ans de jachère ; culture permanente avec parage — soit après plus de quinze ans de jachère, soit après trois à quatre ans de jachère.

Les sols sahéliens favorisent le développement de croûtes superficielles lors de la mise en culture (30 et 10 %). L'apport de fumure, outre ses éléments nutritifs, améliore la structure du sol et il se forme des agrégats plus stables qui réduisent l'encroûtement superficiel (11-4 %). De plus, l'application des bouses, déposées à la surface du sol, par un effet mécanique, augmente la résistance à l'érosion éolienne.

La mise en culture fréquente, ainsi que l'apport du fumier en faibles quantités produisent à la longue de nettes modifications. La surface du sol devient de plus en plus uniforme et sableuse tandis que l'hétérogénéité du terrain diminuent. Les conséquences pour la culture du mil sont une récolte sur l'ensemble de la surface pour des champs fumés, ce qui contraste avec l'abandon, au cours de la saison, de surfaces considérables des champs sur jachère. Les rendements en grains sont très comparables pour tous les systèmes de cultures (400-350 kg.ha⁻¹) sauf pour les cycles courts répétés (200-150 kg.ha⁻¹).

Mots clés :

Mil — Fumure organique — Jachère — Éléments fins.

SYNOPSIS

Soil fertility management for the cultivation of millet in Niger

The Sahel is a drought prone area with poor soils. To control the loss of soil fertility, farmers either fallow their land or apply manure. In the study area both systems coexist, the fallow based systems being more or less degraded, while the amounts of dung applied in the manure-based systems are generally small.

Dust is deposited during fallow and subsequently the topsoil is enriched with fine elements and organic matter. During cultivation, organic stocks decrease and wind and rain erode fine elements. Successive crop-fallow cycles exacerbate these losses. Analysis of the topsoil (organic matter and clay+silt) has distinguished four cropping systems: without inputs, long cycle 10 yrs cult/over 15 yrs fallow, or short cycle 4-5 yrs cult/3-4 yrs fallow; or permanent cultivation with manure, either after a long or a short fallow period.

The sandy Sahelian soils are liable to crust formation (30-10%). Dung deposits, besides supplying nutrients, improve soil structure and reduce crust formation (11 -4%). They also have a mechanical effect in increasing resistance to wind erosion by trapping airborne particles.

Repeated cycles of fallow and cultivation, as well as regular dung deposits, eventually modify soil conditions. The soil surface becomes more uniform and sandy. As a result all of the crop area is harvested, as opposed to recently cleared fields or fields without manure application where part of the field is abandoned during the growing season because it is unproductive. Grain yields are similar across the cropping systems (400 kg ha⁻¹) except for the millet cultivation without inputs and short fallow periods.

Key words :

Millet — Manure — Fallow — Clay + Silt.

INTRODUCTION

Le mil (*Pennisetum glaucum*) constitue la seule céréale pluviale d'importance économique au Sahel, région caractérisée par des sols pauvres et par la fréquence et le caractère aléatoire des périodes de sécheresse. Ces conditions entraînent de graves problèmes de maintien de la productivité, d'autant que la plupart des paysans ne disposent pas des moyens nécessaires à l'utilisation d'engrais minéraux. En revanche, au Sahel, coexistent une agriculture pluviale extensive et un élevage semi-nomade.

Pour lutter contre la diminution de la fertilité des

champs, les paysans ont recours à deux techniques — la mise en jachère et l'apport en fumure organique — ou bien à la combinaison des deux ; l'apport en matière organique se fait essentiellement par le parcage nocturne dans les champs. Lorsque les surfaces sont suffisantes, les deux pratiques demeurent possibles. Cependant, dans les régions où les terres cultivables manquent, les jachères sont mises en culture avant la régénération de la fertilité des sols. Il en résulte une baisse de rendement, une diminution de la productivité du travail, et une dégradation du milieu.

Fonctionnement du système « Jachère »

Au cours de la jachère, les biomasses aériennes et souterraines augmentent ; puis, avec la chute des feuilles et l'activité faunique du sol, le taux de matière organique du sol croît avec le temps lorsque la parcelle est laissée en repos. En zone sahélienne, les vents chargés de poussière sont fréquents. En saison sèche, les arbustes piègent des quantités importantes de poussières qui seront restituées au sol lors des premières pluies. Plus la végétation aérienne est importante, plus la jachère a le temps de se développer, plus elle favorise les dépôts et donc enrichit le sol en argile et en limon (AMBOUTA *et al.*, 1996).

Lors de la mise en culture, non seulement l'apport de biomasse cesse, puisque la végétation est coupée, mais les dépôts d'éléments fins cessent également, faute d'obstacle à la surface du sol. Avec

le rallongement de la période de culture, le stock organique diminue et les éléments fins sont sujets à l'érosion éolienne et hydrique. L'érosion éolienne est accélérée par l'émiettement du sol dû au travail de défrichage et aux sarclages. Les pertes de matière organique et d'éléments fins se trouvent ainsi renforcées par la succession des cycles culture-jachère, en particulier si les jachères sont courtes.

Quoique cette théorie soit acceptée comme probable par des chercheurs (BIELDERS *et al.* 1998 ; BUERKERT & HIERNAUX, 1998), elle n'est que partiellement prouvée par des études de terrain et des expérimentations (VALENTIN, 1995 ; STERK *et al.* 1996 ; KOALA & BIELDERS, 1998). Il reste à la démontrer pour les champs et pour les systèmes de culture.

Fonctionnement du système « parcage »

Le système de fumure des champs par apport de la fumure organique est relativement bien connu (LANDAIS & LHOSTE, 1993 ; SCHLECHT *et al.*, 1995 ; POWELL *et al.*, 1996). La fumure est préparée et appliquée sous trois formes (SANDFORD, 1989) :

- stabulation des animaux dans la concession ;
- stabulation nocturne à l'attache au champ ;

— parcage extensif des animaux.

Lorsque les animaux sont en stabulation dans la concession, on obtient alors de la poudrette. Dans cette pratique, le coût du transport au champ est élevé (par charrette, traction animale, ou par panier, port humain). En stabulation nocturne à l'attache au champ, la fumure produite consiste en un apport de déjections et d'urine déposées et mé-

langées avec du sable, là où les animaux sont attachés. Cette pratique aussi, exige beaucoup de travail : couper, poser, et déplacer les piquets. Le parage extensif des animaux se fait après la récolte. Tant qu'il persiste des résidus de culture, le bétail reste jour et nuit dans les champs. Une fois cette réserve épuisée, les troupeaux, qui pâturent durant la journée dans les jachères et sur les plateaux, regagnent les champs la nuit. Les bouses sèchent sur place et restent entières sans mélange d'urine. La troisième forme d'application de la fumure est de loin la plus généralisée dans la région (Niger : POWELL & WILLIAMS, 1993 ; DOSSO *et al.*, 1996. Nord du Burkina Faso : QUILFEN & MILLEVILLE, 1983 ; REENBERG & FOG, 1995. Ma-

li : SCHLECHT *et al.*, 1995. Sénégal : DIOUF, 1990). Les études qui déterminent la quantité de fumure déposée annuellement dans les champs, donnent des dépôts faibles, mais souvent très variables (QUILFEN & MILLEVILLE, 1983 ; POWELL & WILLIAMS, 1993 ; PRUDENTIO, 1993).

Cette forme de parage extensif, de peu d'apport et de qualité médiocre, est-elle néanmoins capable de soutenir une production de mil ? Il est prévisible que le temps de repos accordé aux jachères va encore diminuer et que les terres en réserve, de qualité variable, vont être mises en culture. Il semble donc opportun de prévoir si, à long et moyen terme, la fumure peut remplacer la jachère et assurer ainsi la production sans dégrader le milieu.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Description du site et des pratiques culturales

Le terroir d'étude, Banizoumbou, se trouve à soixante-cinq kilomètres à l'est de Niamey (fig. 1) ; Le village a été fondé en 1840, environ, et le terroir est de quatre-vingts kilomètres carrés. Le village compte quatre-vingt-quatre ménages avec une taille de ménage moyenne de dix personnes (LOIREAU, 1998). La région est à majorité zarma ; cette ethnie d'agriculteurs possède peu de bétail à Banizoumbou : quatre-vingt-dix pour cent des ménages possèdent moins de dix têtes, bovins (zébus) et petits ruminants confondus. La minorité peule — ethnie d'éleveurs nomades devenus agriculteurs sédentaires —, qui représente dix à quinze pour cent de la population, possède plus de dix têtes de bétail par ménage.

Les cultures sont concentrées sur les piémonts et les versants sableux, sur les cordons dunaires et sur les chanfreins ; les plateaux et les bas-fonds, peu aptes à la culture, sont des zones de pâturages (fig. 1). Quelques réserves de terres subsistent d'où la coexistence de systèmes de culture sur jachères, peu ou assez dégradées, et de systèmes de culture avec fumure organique. Par opposition aux systèmes de culture avec jachère, les champs fumés correspondent à une culture permanente car les paysans n'ont pas l'intention de les mettre en jachère. Le plus ancien champ fumé sur le terroir de

Banizoumbou avait dix-neuf ans en 1997. LOIREAU & D'HERBÈS (1994) ont constaté que l'emprise des cultures est passée de vingt à soixante-dix pour cent entre 1950 et 1990.

Les techniques de semis, sarclage, démariage et récolte sont identiques pour les champs cultivés avec ou sans fumure. Sur de grandes surfaces, le mil est semé en poquets, selon une faible densité (moyenne de 7 000 poquets à l'hectare), entre un et trois jours après la première grosse pluie de la saison (plus de 15 mm). Le sarclage, généralement en deux passages, à l'aide d'une *iler*¹, qui travaille à très faible profondeur, constitue le seul travail du sol ; il occupe les paysans continuellement, de quinze à soixante-dix jours après semis.

1. — n. fém. « Outil agricole polyvalent utilisé en Afrique sahélienne, constitué d'une lame arrondie à l'avant, possédant deux ailes latérales, et d'un long manche en bois. » (DEMAY *et al.*, 1997 : vol. III, p. 3765) ; cet instrument, adapté à cultiver des sols sableux, est très généralisé au Sahel ; il permet de couper les mauvaises herbes et de détruire les croûtes superficielles.

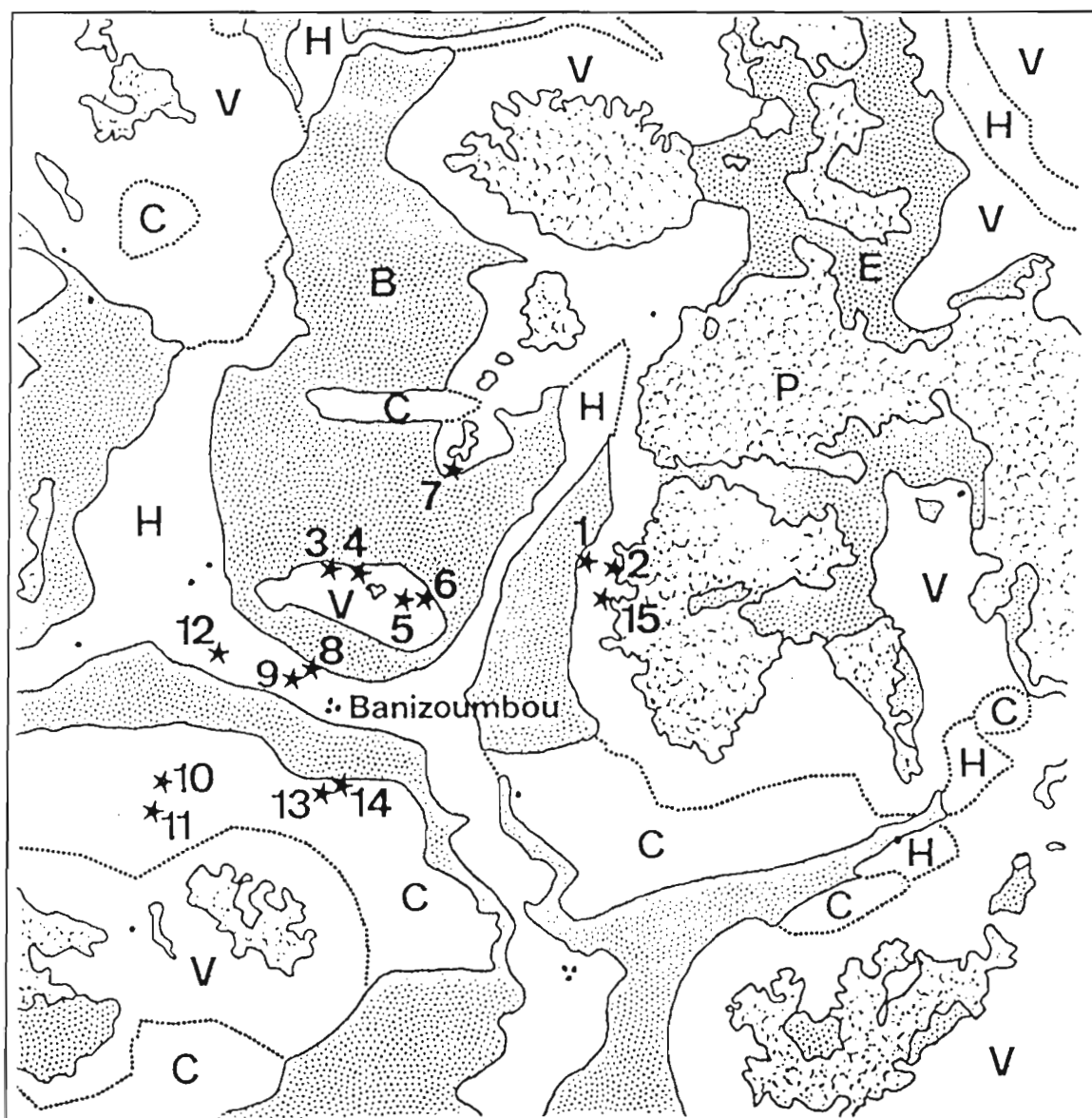


FIG. 1. — Carte géomorphologique d'une zone agro-pastorale sahélienne, avec l'emplacement des champs étudiés sur le terroir de Banizoumbou. P = plateau cuirassé, E = ensablement sur le plateau, B = bas-fonds et dépressions. P, E et B sont des zones de pâturages, peu aptes à la culture. V = versants et pied-monts sableux d'origine éolienne, C = cordons dunaires fixes, H = chanfrein. V, C et H sont des zones cultivées en mil, champs et jachères. D'après NAGUMO (1992) et LOIREAU (1998).

Mesures et analyses du sol

Les champs 1, 2, 3, 4, 8, 10, 11, 12, sont cultivés en alternance avec une période de jachère. Les observations ont débuté avec la troisième année de

culture (sauf pour le champ n° 2, observé dès la première année de culture). Les champs 5, 6, 7, 13, 14, 15 sont fumés par parcage depuis plus de dix

ans. Les champs 1, 4, 5 ont été suivis pendant quatre ans ; les champs 2, 3, 6, 7, 8, 9, 12, 15, pendant deux ans ; les champs 10, 11, 13, 14, pendant une année.

Sur chaque champ, nous avons observé la pluie journalière, l'itinéraire technique, par enquête hebdomadaire.

Pour étudier la productivité de ces systèmes de culture il ne suffit pas de calculer chaque fois la moyenne d'un champ. Au cours de notre étude nous avons eu l'impression que les hétérogénéités de terrain, bien plus marquées dans un champs que dans un autre, étaient liées aux techniques culturales. Pour vérifier cette hypothèse il a fallu les étudier à leur échelle.

Chaque champ comprend deux transects de cent mètres. Le dispositif en transect recoupe les irrégularités du terrain les plus manifestes, principalement liées aux mouvements d'eau. Le découpage de chaque transect en vingt placettes dont la petite taille (5 x 5 m) correspond à l'hétérogénéité de terrain, a permis d'intégrer dans l'analyse du sol et de la culture, les irrégularités du terrain.

Sur chaque placette, nous avons estimé la quantité de fumure déposée et la surface encroûtée entre cinq et quinze jours après semis. Puis, à la récolte nous avons déterminé le rendement en grains du mil.

Le sol a fait l'objet d'analyses chimiques et de texture (0-20 cm) à la fin de la saison de pluie. L'analyse annuelle du sol de chaque placette étant trop coûteuse, nous avons procédé à un échantillonnage stratifié par champ en deux étapes.

(1) Après avoir classé l'hétérogénéité du terrain a selon cinq types, nous avons attribué un type (strates) à chaque placette. Les cinq types étaient :

- a : surface sableuse assez uniforme ;
- b : croûte d'érosion qui couvre plus de cinq pour cent ;
- c : ravine qui couvre plus de la moitié ;
- d : zone d'épandage des sédiments charriés par des crues qui couvre plus des trois quarts ;
- e : dépression avec croûte de décantation qui couvre plus des trois quarts.

(2) Chaque strate a été échantillonnée séparément ; des échantillons composites ont été prélevés à partir des placettes contiguës appartenant à la même strate sans toutefois dépasser quatre placettes.

Ainsi, le nombre d'échantillons à analyser par champ est varié. Le minimum a été dix échantillons où les quarante placettes appartenaient toutes à la même strate, et le maximum a été de quatorze échantillons où les quarante placettes appartenaient à trois strates différentes.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Matière organique et éléments fins

La figure 2 montre la relation entre le taux de matière organique et le taux d'éléments fins des couches supérieures des sols cultivés (0-20 cm). Chaque point représente la moyenne d'un champ.

La figure 2 présente également une classification selon différents systèmes de culture ; les champs mis en culture après une jachère longue ont un taux d'argile plus limon supérieur à sept pour cent ; pour ceux qui sont cultivés sans intrants depuis trois ans (losanges), le taux est supérieur à neuf pour cent ; pour ceux qui sont cultivés depuis plus de dix ans avec parage (carrés), entre sept et neuf pour cent.

Le stock de matière organique de tous ces champs est très variable, entre 0,25 et 0,60 p. cent. Les champs qui ont été mis en culture fréquemment, avec des courtes périodes de jachère, ont un taux d'éléments fins inférieur à sept pour cent ; ceux qui reçoivent de la fumure depuis plus de dix ans (ronds) ont le taux le plus bas, entre cinq et six pour cent, et un taux de matière organique entre 0,25 et 0,35 p. cent. Les champs à cycle court, quatre à cinq ans de culture et trois à quatre ans de jachère, cultivés sans intrants (triangles), ont le taux de matière organique le plus bas, entre 0,20 et 0,25 p. cent.

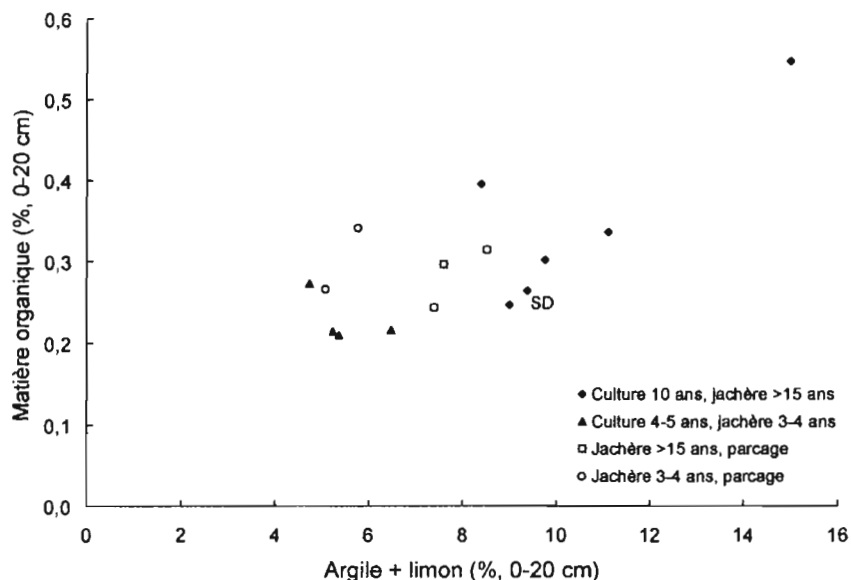


FIG. 2. — Relations entre matière organique et éléments fins des sols cultivés en mil selon quatre modes de gestion sur le terroir de Banizoumbou. SD = champ de mil expérimental à Sama Dey, dix kilomètres de Banizoumbou.

La cohérence des groupes a été calculé pour chaque variable du sol (Analyse de variance à un facteur avec un test F de la composante de la variance). Pour la matière organique, elle ne permet pas de différencier les quatre groupes. Pour le taux d'argile plus limon, en revanche, la différence entre les groupes est significative. Ensuite, il est possible de calculer la part de la variance qui se trouve entre groupes (r_1 , coefficient de corrélation intraclass). Pour le taux argile plus limon, le r_1 était 0,30, c'est-à-dire que trente pour cent de la variance se trouve entre groupes, et le reste, soixante-dix pour cent, se trouve à l'intérieur des groupes. Ces résultats, joints aux données d'enquête justifient davantage le groupement des champs en quatre types.

Les champs indiqués par des losanges (cycles de 10 ans de culture suivis de 15 ans de jachère) se situent loin du village. Ils appartiennent aux Djer-

mas. Le sol est riche en éléments fins, accumulés lors d'une longue période de repos et pas encore entraînés par l'érosion. Les champs indiqués par des carrés (plus de 15 ans de jachère et plus de 10 ans de parcage) sont des champs empruntés aux Peuls qui ont fumé le champ avec leurs propres animaux dès l'ouverture. Cette culture prolongée a provoqué une perte en éléments fins lors des sarclages et, pour cette raison, leurs emplacements se trouvent plus à gauche. Dans les champs représentés par des triangles (cycles de 4 à 5 ans de culture et de 3 à 4 ans de jachère), les défrichements et sarclages répétés ont appauvri la couche supérieure en argile et en limon. Ces champs appartiennent aux Djermas qui ne disposent pas, ou de trop peu, d'animaux pour fumer leur champ. Les champs indiqués par des ronds (jachère de 3 à 4 ans et plus de 10 ans de parcage) ont été remis en culture plusieurs fois ; devenus trop pauvres.

Matière organique et éléments fins

Le taux de matière organique et le taux d'éléments fins constituent la base de la fertilité d'un sol. Les

relations les plus souvent linéaires, entre taux de matière organique et éléments fins sont bien con-

nues. PIERI (1989) et FELLER & BEARE (1997) ont établi les régressions pour les sols cultivés ou non, et avec ou sans apport de fumier. Dans ces articles, il s'agit de sols souvent plus argileux (1 et 8 % argile + limon). Ici, cette relation concerne des sols très sableux avec des teneurs en matière organique nettement plus faibles (fig. 3). La ligne continue est établie avec des données de champs cultivés sans apport de fumure organique. Deux champs, quoique cultivés sur jachère, ont reçu une fertilisation et sont pour cela à classer parmi les champs fumés. Ces champs, entourés de jachères pâturées par les troupeaux, sont traversés et fumés par ces derniers.

La ligne continue montre l'évolution de la couche supérieure du sol avec ses pertes graduelles en

éléments fins et en matière organique lors des mises en culture de plus en plus fréquentes. Les sols qui reçoivent périodiquement des apports de fumure sont situés au-dessus de ces lignes (ligne pointillée). Ainsi, les régressions de la figure 2 reflètent la dégradation des sols cultivés par leur mise en culture fréquente, par le raccourcissement de la période de jachère et par une culture sans intrants.

L'apport de fumure organique, même en faibles doses et de qualité médiocre, peut toutefois pallier la diminution du stock de matière organique, mais les défrichements et les sarclages répétés ne peuvent pas empêcher la perte d'éléments fins par l'érosion.

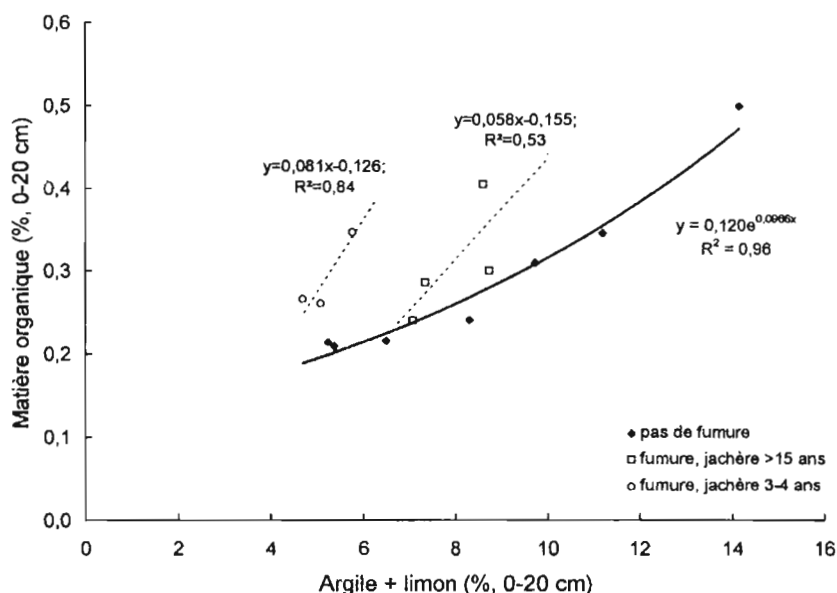


FIG. 3.— Régressions avec tous les champs étudiés de terroir Banizoumbou. Ligne continue, culture sans fumure, lignes pointillées, avec fumure.

Encroûtement superficiel des champs

Les sols sableux du Niger s'encroûtent facilement. L'énergie cinétique des gouttes de pluie détruit les agrégats, particulièrement lorsque la surface du sol est sableuse. Ceux-ci colmatent les pores et réduisent considérablement l'infiltration (CASENAVE &

VALENTIN, 1992). Entre le semis et le premier sarclage la présence des croûtes se révèle particulièrement gênante ; outre des réductions d'infiltration, elles peuvent contrarier la levée des semences du fait de leur dureté. Les champs sont d'autant

plus encroûtés que la surface du sol est plus riche en éléments fins. Les risques d'encroûtement sont maximaux là où les taux d'éléments fins de la couche supérieure du sol sont proches de l'optimum textural pour l'encroûtement, à savoir dix pour cent d'argile plus limon (POESEN, 1986). De plus, le seuil d'apparition des croûtes est à environ cinq pour cent d'argile plus limon (AMBOUTA *et al.*, 1996). La majorité des champs étudiés se situent dans cette fourchette (fig. 2).

Il existe d'étroites relations entre la teneur en matière organique et la stabilité structurale des agrégats. Un taux élevé de matière organique, agent hydrophobe, réduit la mouillabilité des agrégats et diminue les risques d'éclatements lors de l'humectation. PIERI (1989) a montré pour des sols très sableux, que de faibles variations de teneurs en matière organique pouvaient entraîner une dégradation ou, au contraire, une amélioration de la structure superficielle du sol.

Les risques d'encroûtement diminuent quand la couverture du sol peut absorber une partie de l'énergie avec laquelle l'eau de pluie atteint la surface du sol. Cette couverture peut comprendre des résidus de culture, des herbes sèches, des bran-

ches coupées ou non, des ligneux, mais également les déjections des animaux domestiques ; ces éléments protègent également la surface d'un champ par un autre mécanisme : le sable meuble à la surface du sol se trouve balayé en début d'hivernage et s'accumule là où subsistent non seulement des obstacles végétaux mais aussi des bouses (DE ROUW *et al.*, 1998). Les dépôts de sables éoliens constituent des zones très perméables.

Ainsi, l'encroûtement des champs varie selon le mode de gestion. Entre cinq et dix jours après semis le taux d'encroûtement superficiel (croûte d'érosion plus croûte plasmique ; CASENAVE & VALENTIN 1989) s'élève à trente-deux pour cent dans les champs cultivés après une longue jachère. L'encroûtement descend jusqu'à douze pour cent dans les champs parqués, malgré une forte présence d'argile et de limon. Les bouses et les déjections protègent le sol mécaniquement, en le couvrant, mais aussi en améliorant sa structure. Les champs qui ont subi plusieurs cycles rapprochés de jachère et de culture, se sont appauvris en éléments fins ; ces pertes sont surtout responsables d'un taux d'encroûtement moindre (10 %). Avec le parage, le taux d'encroûtement va descendre encore plus, jusqu'à quatre pour cent en moyenne.

Hétérogénéité du terrain

L'hétérogénéité du terrain est une caractéristique des champs de mil ; elle conduit à un peuplement très variable dont l'impact sur le rendement est important (DE ROUW & WINKEL, 1998) ; elle se rencontre essentiellement dans les champs cultivés sur jachère (tabl. I) ; dans les champs cultivés sans intrants après une jachère longue, la surface sableuse n'occupe que la moitié du terrain semé et la partie touchée par des croûtes d'érosion, ravines, zone d'épandage et croûtes de décantation, est très importante ; bien que l'ensemble soit nettoyé et semé, une partie seulement, soixante-quinze pour cent de la surface, sera sarclée et récoltée ensuite. Ravines, zone d'épandage et croûtes de décantation disparaissent avec la pratique du parage et seul dix pour cent environ de la surface semée se révèle improductive. Des champs à cycles courts jachère-culture, cultivés sans intrants, présentent

toujours une variété des états de surface, mais leur part dans l'ensemble diminue (16 %). Une grande partie du champ, presque la moitié, est abandonnée au cours de la saison. Si de tels champs reçoivent du fumier, l'ensemble de la surface devient sableux puis, toute la superficie est sarclée et récoltée.

On remarque que les rendements moyens des champs fumés avec culture permanente et des champs cultivés sur jachère se trouvent sensiblement au même niveau, environ quatre cents kilogrammes de grain par hectare, sauf pour les champs sur jachère courte (150 kg.ha⁻¹). En revanche, la variation de rendement, exprimé par le coefficient de variance, varie beaucoup plus pour les champs sur jachère que pour des champs fumés par parage. Avec le parage, le rendement devient plus sûr.

TABLEAU I
Répartition des différents types de surface par système de culture.
Rendement moyen de l'ensemble de la surface enssemée, de la surface sarclée et récoltée,
et partie utile du champ, par système de culture.

SYSTÈME DE CULTURE	ÉTAT DE SURFACE *					RENDEMENT **	SURFACE SARCLÉE ET RÉCOLTÉE	C.V. *	% UTILE
	SABLEUX	CROÛTE D'ÉROSION (> 5 %)	RAVINES (> 50 %)	ÉPANDAGE (> 75 %)	CROÛTE DE DÉCANTATION (> 75 %)				
Culture 10 ans, jachère > 15 ans	48	33	10	4	6	314	395	42	75
Culture 4-5 ans, jachère 3-5 ans	84	11	3	3	0	123	169	39	53
Jachère > 15 ans, parcage	88	12	0	0	0	339	396	27	90
Jachère 3-5 ans, parcage	100	0	0	0	0	399	399	18	100

* en pourcentage.

** En kilogramme par hectare (kg.ha⁻¹).

CONCLUSION

Au Niger, comme dans tout le Sahel, ce sont les sols sableux qui sont essentiellement cultivés. La matière organique et les éléments fins sont, dans les systèmes de culture à faible intrants, les clés de la fertilité. Au cours de la période de jachère, la biomasse fournie par la végétation avec l'activité faunique du sol, augmente la matière organique tout en améliorant sa structure. Simultanément, la surface du sol reçoit des poussières atmosphériques et s'enrichit ainsi en éléments fins.

La mise en culture, à travers les pratiques culturelles, déstructure la surface du sol et le stock de matière organique baisse. La diminution de teneurs en matière organique de la couche supérieure du sol affaiblit la stabilité des agrégats, de sorte que, sous les pluies violentes, la surface du sol s'encroûte facilement. En plus d'un fort encroûtement, rigoles, ravines et zone d'épandage occupent une grande partie du champ.

Les systèmes de culture fondés sur la mise en jachère restent productif (400 kg.ha⁻¹), bien que le mil soit cultivé sans intrants et que seulement trois quarts de la surface semée contribuent effective-

ment au rendement. Avec le rallongement des périodes de culture, le stock en matière organique baisse et les éléments fins, argile et limon, sont entraînés par l'érosion éolienne et hydrique. Après plusieurs cycles culture-jachère avec des périodes de jachère courtes, le stock de matière organique diminue encore ainsi que les éléments fins. On a constaté que la surface du champ devient plus homogène et moins encroûtée. Il en résulte des sols extrêmement sableux, où la culture de mil ne produit que cent cinquante kilogrammes de grain par hectare.

Au lieu d'une culture sans intrants, où l'agriculteur est obligé de mettre le champ en jachère, la pratique culturelle adoptée par les paysans consiste à fumer sous la forme d'un parcage nocturne des animaux. Dès lors, une période de culture au-delà de dix-sept ans est possible avec des rendements d'environ quatre cents kilogrammes de grain à l'hectare. Les faibles quantités appliquées ne permettent pas toutefois une très sensible augmentation de la matière organique.

La fumure, outre l'effet bénéfique des éléments nutritifs apportés, améliore la structure du sol par

un appoint de matière organique. Il se forme des agrégats plus stables qui réduisent l'encroûtement superficiel. De plus, l'application des bouses, déposées à la surface du sol, par un effet mécanique, augmente la résistance à l'érosion éolienne et favorise le piégeage de sables éoliens.

Nous avons constaté une perte en éléments fins *irréversible* et une perte en matière organique *réversible* ; le processus de dégradation est ralenti ou

stoppé par l'apport de fumure, si médiocre et en si faible quantité soit-il. Cette transformation de la couche supérieure du sol a des effets pour la culture de mil : d'abord une meilleure infiltration ; toute la surface semée est utilisée pour la récolte ; les variations inter-annuelles s'estompent ; les niveaux de rendement restent semblables, sauf pour les champs à cycle courts et rapprochés, cultivés sans intrants.

RÉFÉRENCES

- AMBOUTA (J. M. K.), C. VALENTIN & M. R. LAVERDIÈRE, 1996. — « Jachères et croûtes d'érosion au Sahel », *Sécheresse*, vol. VII, n° 4 : pp. 269-275.
- BIARNÈS (A., éd.), 1998. — *La conduite du champ cultivé. Point de vue d'agronomes*, Paris, ORSTOM.
- BIELDERS (C. J.), J.-L. RAJOT & S. KOALA, 1998. — « Wind érosion research in Niger: The experience of Icrisat and Advanced research organizations », in SIVAKUMAR *et al.* (1998) : pp. 95-123.
- BUERKERT (A.) & P. HIernaux, 1998. — « Nutrients in the West African Sudano-Sahelian zone: losses, transfers and role of external inputs », *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 161 : pp. 365-383.
- CASENAVE (A.) & C. VALENTIN, 1989. — *Les états de surface de la zone Sahélienne. Influence sur l'infiltration*, Paris, Orstom : pp. 229.
- CASENAVE (A.) & C. VALENTIN, 1992. — « A runoff capability classification system based on surface features criteria in the arid and semi-arid areas of West Africa », *Journal Hydrology*, 130 : pp. 231-249.
- DEMAY (François, dir.), Didier CASALIS, Yves GARNIER & Jean-Pierre MÉVEL (ass.), 1987. — *Grand usuel Larousse*, éd. ent. rev. & corr., Paris, Larousse-Bordas, 5 vol., 7904 p.
- DIOUF (M.), 1990. — *Analyse de l'élaboration du rendement du mil (Pennisetum typhoides Stapf et Hubb) : Mise au point d'une méthode de diagnostic en parcelles paysannes*, th. doct., Institut national agronomique Paris-Grignon, 5 January 1990, Paris.
- DOSSO (M.), P. MICHAU & O. WANGO, 1996. — « Diversité des sols et pratiques de gestion de leur fertilité, en zone sahélienne sa-bleuse Mayahi (Niger) », in JOUVE (1996) : pp. 15-27.
- FELLER (C.) & M. H. BEARE, 1997. — « Physical control of soil organic matter dynamics in the tropics », *Geoderma*, 79 : pp. 69-116.
- KOALA (S.) & C. L. BIELDERS, 1998. — « Extent and severity of wind erosion in West and Central Africa », in SIVAKUMAR *et al.* (1998) : pp. 81-93.
- LANDAIS (E.) & P. LHOSTE, 1993. — « Systèmes d'élevage et transferts de fertilité dans la zone des savanes africaines », II, « Les systèmes de gestion de la fumure animale et leur insertion dans les relations entre l'élevage et l'agriculture », *Cahiers Agricultures*, 2 : pp. 9-25.
- LOIREAU (M.) & J.-M. D'HERBÈS, 1994. — « Cartographie des unités d'occupation des terres du Super Site Central Est (Banizoumbou) du programme Hapex-Sahel », in HÖPFNER & MONTENY (1994) : pp. 105-121.
- LOIREAU (M.), 1998. — *Espace - Ressources - Usages : Interactions milieux et sociétés dans le Sahel nigérien*, th. doct. univers. Paul-Valéry, Montpellier, (France), 3, départ. géogr., espaces et sociétés en mutation, 12 déc. 1998.
- NAGUMO (F.), 1992. — *Pedological environment and agro-ecological system of the Sudano-Sahelian zone in Niger, West Africa*. Thesis for Master Course, Hokkaido University, Japan.
- PIERI (C.), 1989. — *Fertilité des terres de savane. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara*, Paris, ministère de la Coopération-Cirad, 444 p.
- POESEN (J.), 1986. — « Surface sealing on loose sediments : the role of texture, slope and

- position of stones in the top layer», in CALLEBAUT *et al.* (1986) : pp. 354-362.
- POWELL (J. M.) & T. O. WILLIAMS, 1993. — *Livestock, nutrient cycling, and sustainable agriculture in the West African Sahel*. Gatekeeper Series SA37, IIED, London, UK, 15 p.
- POWELL (J. M.), S. FERNÁNDEZ-RIVERA, P. HIERNAX & M. D. TURNER, 1996. — « Nutrient cycling in integrated rangeland/cropland systems of the Sahel », *Agricultural Systems*, 52 : pp. 143-170.
- POWELL (J. M.), S. FERNÁNDEZ-RIVERA, T. O. WILLIAMS & C. RENARD (éd.), 1995. — *Livestock and sustainable nutrient cycles in mixed-farming systems of sub-saharan Africa*, vol. II, *Technical papers*, Proceedings International Conference, Addis Ababa, Ethiopia, 22-26 nov. 1993, Ilca, Addis Ababa, Éthiopie.
- PRUDENTIO (C. Y.), 1993. — « Ring management of soils and crops in the West African semi-arid tropics : the case of the Mossi farming system in Burkina Faso. Agriculture », *Ecosystems and Environment*, 47 : pp. 237-264.
- QUILFEN (J.-P.) & P. MILLEVILLE, 1983. — « Résidus de culture et fumure animale: un aspect des relations agriculture-élevage dans le nord de la Haute-Volta », *L'Agronomie Tropicale*, 38 : pp. 206-212.
- REENBERG (A.) & B. FOG, 1995. — « The spatial pattern and dynamics of a Sahelian agro-ecosystem. Land use systems analysis combining household survey with georelated information », *GeoJournal*, 37 : pp. 489-499.
- ROUW (A. DE) & T. WINKEL, 1998. — « Drought avoidance by asynchronous flowering in pearl millet stands cultivated on-farm and on-station (Niger) », *Experimental Agriculture*, 34 : pp. 19-39.
- ROUW (A. DE), J.-L. RAJOT & G. SCHMELZER, 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 (1998) : pp. 95-112.
- SANDFORD (S. G.), 1989. — « Crop residue / Livestock relationships », in RENARD *et al.* (1989) : pp. 169-182.
- SCHLECHT (E.), F. MAHLER, M. SANGARÉ, A. SUSENBETH & K. BECKER, 1995. — « Quantative and qualitative estimation of nutrient intake and faecal excretion of Zebu cattle grazing natural pasture in semi-arid Mali », in POWELL *et al.* (1995) : pp. 85-98.
- STERK (G.), L. HERRMANN & A. BATIONO, 1996. — « Wind-blown nutrient transport and soil productivity changes in southwest Niger », *Land Degradation & Development*, 7 : pp. 325-335.
- VALENTIN (C.), 1995. — « Sealing, crusting and hardsetting soils in Sahelian agriculture », in SO *et al.* (1995) : pp. 53-76.