

# 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

Anneke de Rouw

Jean-Louis Rajot

Gaby Schmelzer

## Introduction

La mise en culture épuise à la longue le sol. Pour compenser les exportations et maintenir la productivité, deux pratiques sont utilisées : la mise en jachère et la fumure. Lorsque l'agriculture dispose de surfaces suffisantes, les deux pratiques demeurent possibles. Pour que la fumure soit alors adoptée, il est nécessaire que le surcroît de travail qu'elle occasionne se trouve compensé par des avantages supérieurs à ceux de la jachère. Il y a deux possibilités : soit l'augmentation du rendement obtenue avec la fumure permet une réduction de la surface cultivée, c'est à dire une diminution du travail de sarclage, soit la fumure permet d'allonger la durée d'utilisation du champ, ce qui entraîne une réduction du travail de défrichage.

Par ailleurs, dans les régions où se fait sentir une pénurie de terres cultivables, les jachères sont mises en culture avant que les propriétés des sols aient été

régénérées. Il en résulte une baisse de rendement et une diminution de la productivité du travail. Dans de telles situations, le recours à la jachère devient difficile et l'emploi de la fumure sous ses formes variables constitue une solution pour l'amélioration de la culture du mil bien plus réaliste que l'application d'engrais minéral. En effet, les engrais minéraux entraînent à la longue une dégradation de la structure du sol due à une perte en matière organique, un encroûtement superficiel, et un appauvrissement du sol en éléments nutritifs autres que ceux apportés (Pichot *et al.*, 1981).

Ces vingt-cinq dernières années au Niger, la surface cultivée en mil a doublé, tandis que les rendements ont décliné (Klajj et Hoogmoed, 1989). Cela signifie que des terres de plus en plus marginales sont utilisées. Dans notre zone d'étude, la forte croissance démographique 3,3 % entre 1980 et 1992 (World Bank, 1994) permet de prévoir, pour un avenir proche, un manque de terre cultivable ne permettant plus de conserver les pratiques de mise en jachère. Or actuellement, les deux types de systèmes de culture coexistent. La zone d'étude constitue un bon site pour étudier dans quelle mesure la fumure peut pallier la diminution de la mise en jachère. Pour cela, une étude détaillée de l'apport du fumier sur les composantes du rendement, l'évolution du milieu a été entreprise en tenant compte des sarclages, seule forme de travail du sol.

### *Les systèmes de culture de la zone d'étude*

La principale culture pluviale dans la zone d'étude (Banizoumbou, 65 km à l'est de Niamey), est de loin le mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.), souvent associé au niébé. Le mil est semé après creusement de trous (poquets) et rebouchage juste après. Des grandes surfaces d'une faible densité (moy. 7 000 poquets/ha) sont ainsi semées au cours des trois premiers jours qui suivent une grosse pluie. La taille moyenne des champs s'élève à 11 ha (min. 4, max. 30, n = 17, (Seybou, 1993)).

Le travail du sarclage constitue le seul travail du sol effectué. Il est réalisé à l'aide d'une lame courbe (iler) travaillant à très faible profondeur. Il entraîne non seulement la coupe des mauvaises herbes, mais aussi la destruction des croûtes superficielles. Le travail de sarclage constitue le travail le plus lourd qui occupe les paysans continuellement de 15 à 80 jours après semis.

Le mil est cultivé, soit pendant quatre à huit ans en alternance avec une période de jachère d'au moins quatre ans, soit sur des champs permanents avec fumure animale (parcage). Le plus ancien champ parcagé sur le terroir de Banizoumbou avait 16 ans en 1994.

## Types de fumure

La fumure peut être préparée et appliquée sous trois formes.

1. Par la stabulation des animaux dans la concession, on obtient de la poudrette. Cette pratique ne concerne que des surfaces très réduites (d'une dizaine de m<sup>2</sup>) parce que le nombre d'animaux concerné est faible, et le coût du transport au champ (charrette, ou sur la tête) élevé.

2. La fumure produite par la stabulation nocturne au champ consiste en un apport de déjections et d'urine déposées et mélangées avec du sable, là où les animaux sont attachés. Cette pratique, peu courante, exige beaucoup de travail (couper, poser, déplacer les piquets) et ne concerne que quelques centaines de m<sup>2</sup>.

3. Le parage extensif des animaux est de loin la forme de fumure la plus pratiquée. Les troupeaux passent la nuit dans les champs, soit en liberté, soit près d'un enclos où sont attachés les veaux, autour desquels se regroupent la plupart du bétail. En déplaçant les veaux, on assure la rotation du parc. Dans l'auréole où ont été concentrés les animaux, de 0,5 à 5 t/ha de bouses sont déposées. Généralement, la surface de cette auréole n'excède pas un hectare. Les bouses sèchent sur place, en restant entières (c'est par hasard que les animaux les piétinent), sans mélange d'urine. Cette urine, en l'absence de piétinement par les animaux, forme avec le sable des croûtes superficielles où la levée du mil est mauvaise. Ces croûtes disparaissent un mois après les premières pluies.

C'est la troisième forme de préparation et d'application de la fumure, très généralisée dans la région, que nous avons testée.

Le parage extensif est pratiqué par 50 % des exploitations du terroir de Banizoumbou (n = 60, dont 51 exploitations Zarma, huit Peulh, une Haoussa, (Seybou, 1993)). Il est pratiqué, d'une part, par les Peulh sédentarisés et les Zarma, tous les deux disposant de leur propre bétail pour assurer le parage, d'autre part, par les Zarma avec peu de bétail, mais relativement aisés, qui peuvent conclure un contrat de parage avec un éleveur Peulh nomade.

## Site et méthodes

Le climat au Niger est chaud et semi-aride. La saison des pluies se caractérise par des pluies intenses souvent accompagnées de vents violents. Dans notre zone d'étude, la pluviosité moyenne annuelle est d'environ 500 mm.

Le champ expérimental (7 ha) se situe à 5 km du village de Banizoumbou (13°31' N, 2°38' E). Le site appartient à un piémont sableux (« jupe »), unité géomorphologique consacré à la culture du mil. Le parage extensif est pratiqué sur environ 1 ha chaque année. L'essai a été implanté sur une partie du champ qui n'a pas été fumé en 1991 (l'année antérieure à l'essai). L'année 1992 correspondait à la 6e année consécutive de culture et les observations portent sur trois ans (1992, 1993, 1994).

L'essai comporte deux facteurs : apport en saison sèche de bouses à raison de 5t/ha, ce qui correspond au maximum effectivement mesuré dans les zones de parage, et absence d'apport. En 1993, nous avons recherché un éventuel effet résiduel. Nous avons procédé à un deuxième apport sur les mêmes parcelles avant le cycle de culture en 1994. Le deuxième facteur concerne le sarclage : 0 sarclage, 2 sarclages (2 et 6 semaines après le semis), ce qui correspond à la pratique habituelle des paysans, et 4 sarclages (2, 4, 6 et 8 semaines après le semis).

Il s'agit d'un dispositif en split-plot à six répétitions avec, comme facteur principal le parage (parcelle élémentaire 12x6 m), et comme facteur secondaire le sarclage (parcelle élémentaire 4x6 m<sup>2</sup>). Le mil (variété CIVT) est semé à raison de 10 000 poquets/ha puis démarrié à 3 plantes/poquet 22 jours après semis. Le protocole prévoit le recueil, la pesée et l'apport de bouses, deux mois avant le semis, puis le relevé, cinq fois au cours du cycle, des états de surface (34 points de relevé par parcelle élémentaire), des mauvaises herbes (nombre, espèces sur 0,25 m<sup>2</sup>, biomasse lors des sarclages sur 1 m<sup>2</sup>) et de l'état du mil (lors des sarclages et à la récolte), enfin la mesure du rendement et de ses composantes.

Le modèle d'élaboration du rendement retenu est le suivant :

Rendement = Nombre d'épis total \* % épis fertiles \* Poids de grains par épi fertile.

La densité de poquets est donnée par la mise en place de l'essai. Le Nombre total d'épis total par poquet est la composante qui reflète la phase végétative, le Pourcentage d'épis fertiles est une composante liée aux compétitions et attaques de ravageurs lors de la phase florale, le Poids de grains par épi fertile rend compte de la phase générative et de la compétition entre épis.



## Résultats

### *Bouses*

L'analyse des bouses sèches montre qu'il s'agit surtout d'un amas de cellulose, pauvre en éléments fertilisants, particulièrement en zone sahélienne (tabl. 1).

La faible quantité de phosphore souligne la carence générale en cet élément dans les sols sableux du Niger (Bationo et Mokwunue, 1986), ainsi qu'au Burkina (Quilfen et Milleville, 1983). Les teneurs en éléments nutritifs des bouses d'Oursi, encore plus faibles que celles de Banizoumbou, se trouvent compensées par des quantités plus importantes de déjections déposées, de l'ordre de 1,2 à 1,8 t/ha pour des parcelles faiblement fumées. On retrouve d'ailleurs, à Oursi, le même système extensif de parage (Quilfen et Milleville, 1983).

Tableau 1  
Analyse des bouses de vaches à l'état sec (%)

	Mat. org.	N total	P total	K total	Ca total	Mg total	Na total
Zone sahéenne							
Banizoumbou, Niger *	47	1,42	0,174	0,717	1,09	0,26	0,065
ICRISAT, Niger £		1,32	0,16				
Oursi, Burkina Faso §		1,28	0,11	0,46			
Zone soudanienne							
Nord du Nigéria ¶		1,4	0,26	1,78			
Saria, Burkina Faso }	48	2,1	0,22	3,47	1,27	0,61	0,23
Korhogo, Côte d'Ivoire µ	48	1,5	0,26	0,9	0,5		

\*1994, pâturage dans les jachères à *Guiera senegalensis* et sur les plateau (brousses tigrées).  
£ 1990, pâturage dans les jachères à *Guiera senegalensis* du Centre sahéenne Icrisat (Brouwer et Powell, 1993).

§ Quilfen et Milleville, 1983.

¶ Sandford, 1989.

} station agronomique Irat, Pichot *et al.*, 1981.

µ Schleich, 1986.

## Etats de surface

A la fin de la saison sèche, les champs présentent en surface un horizon de sable meuble d'épaisseur variable (quelques mm à 10 cm). C'est l'horizon concerné par le travail du sol (sarclage). Il repose sur les horizons sous-jacents compacts. Sous l'effet des pluies, c'est cet horizon qui s'encroûte, d'abord en croûtes structurales (Casenave et Valentin 1989), puis, sous l'effet du vent ou du ruissellement en croûtes d'érosion. Ces croûtes d'érosion induisent une forte péjoration de l'infiltration. A l'inverse, les dépôts de sables éoliens constituent des zones très perméables. Les pourcentages respectifs de croûtes d'érosion et de dépôts éoliens à la surface des parcelles traduisent donc leur aptitude à l'infiltration. C'est pourquoi ce sont ces deux types d'état de surface qui sont pris en compte dans la suite de l'étude.

## 1992

La période entre l'apport des bouses (11 mai) et le semis du mil (30 juin) a été marquée par des vents violents, sans pluie. Dans ces conditions, le sable meuble à la surface du sol se trouve balayé, découvrant d'anciennes croûtes d'érosion. Le sable s'accumule là où subsistent des obstacles comme des résidus de mil, des adventices sèches et les bouses. Les bouses piègent ainsi le sable éolien (fig. 1). Sous l'effet des sarclages, les surfaces encroûtées diminuent (fig. 1, 45 j). Entre 59 et 89 j, le mil, les bouses et les adventices piègent de nouveau le sable, ce qui limite le ruissellement et l'érosion hydrique. Tout au long du cycle, les parcelles avec les bouses sont moins encroûtées, et plus couvertes de sables éoliens. Elles permettent donc une meilleure infiltration.

## 1993

En début d'hivernage il ne reste plus en surface de bouses de l'année précédente. La saison des pluies, (semis le 2 juin) n'a pas été précédée par des vents violents. Peu de croûtes d'érosion et d'accumulation de sable fin ont apparus (fig. 2). La petite sécheresse qui a succédé a favorisé, en revanche, une légère accumulation de sable éolien (fig. 2, 39-55 j). L'encroûtement vers la fin du cycle de mil (10-20 %) a atteint le même niveau qu'en 1992. On n'a pas observé d'effet résiduel net des bouses sur les états de surface.

## 1994

Après le dépôt des bouses (28 mars), des vents violents accompagnés de petites pluies (7, 15, 4,5 et 4,6 mm) ont précédé le semis du mil (13 juin). Comme en 1992, les parcelles dépourvues de bouses ont présenté un pourcentage élevé d'encroûtement (30 %, fig. 3), mais les dépôts de sable éolien ont été moins importants. Ensuite, sous l'effet des sarclages, il y a une déstructuration des croûtes d'érosion (30-55 j). Les dépôts éoliens disparaissent complètement sous l'effet du ruissellement provoqué par les grosses pluies, ainsi que la majorité des bouses.

## *Mauvaises herbes*

### 1992, 1993, 1994

Dans les deux années d'application des bouses, 1992 et 1994, la biomasse produite par des mauvaises herbes et prélevée lors du premier sarclage, s'élève à 3,5 g/m<sup>2</sup> dans les parcelles avec bouses, et 2,6 g/m<sup>2</sup> sans bouses (fig. 4). Quoique les surfaces fumées produisent environ un tiers plus de biomasse,

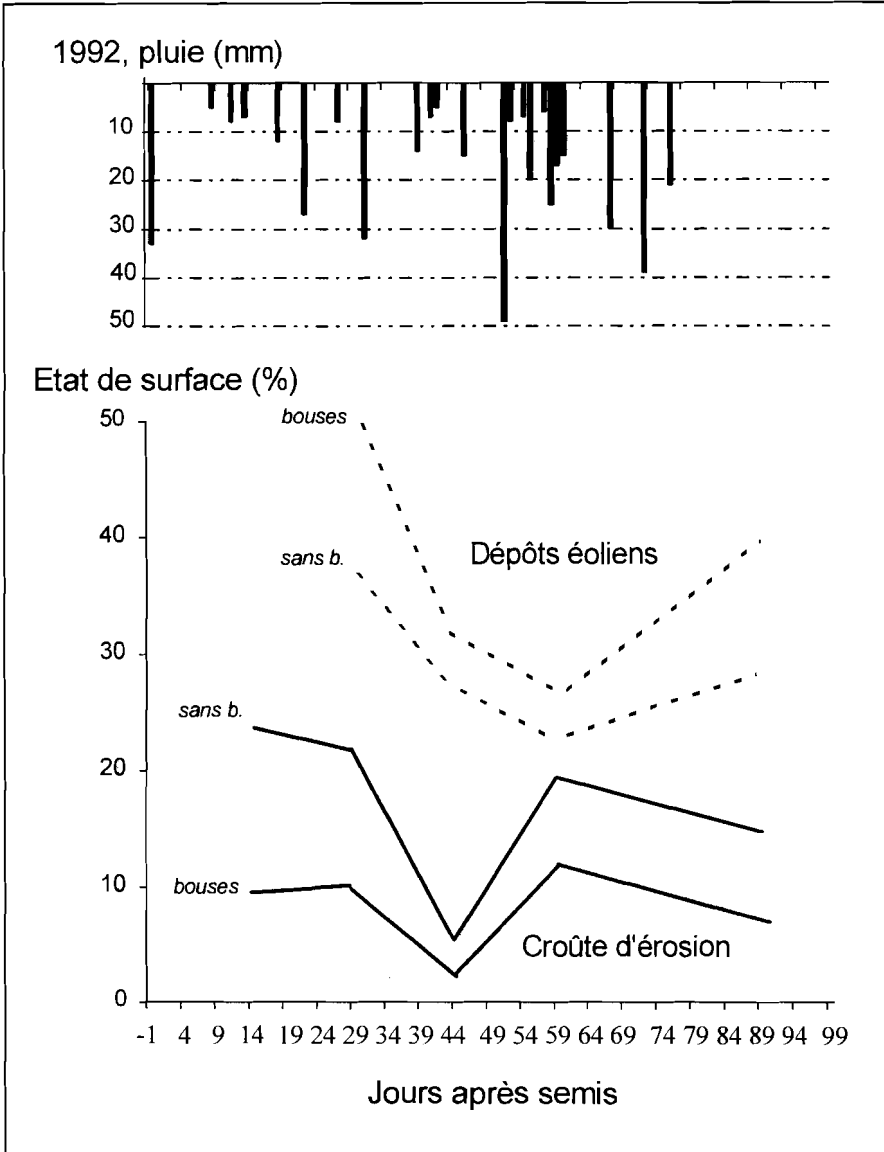


Figure 1 — Pluviométrie pendant la période de culture du mil 30 juin - 7 octobre 1992 et évolution saisonnière des croûtes d'érosion et des dépôts éoliens dans les parcelles avec apport de bouses sèches (5 t/ha) et sans apport de bouse.

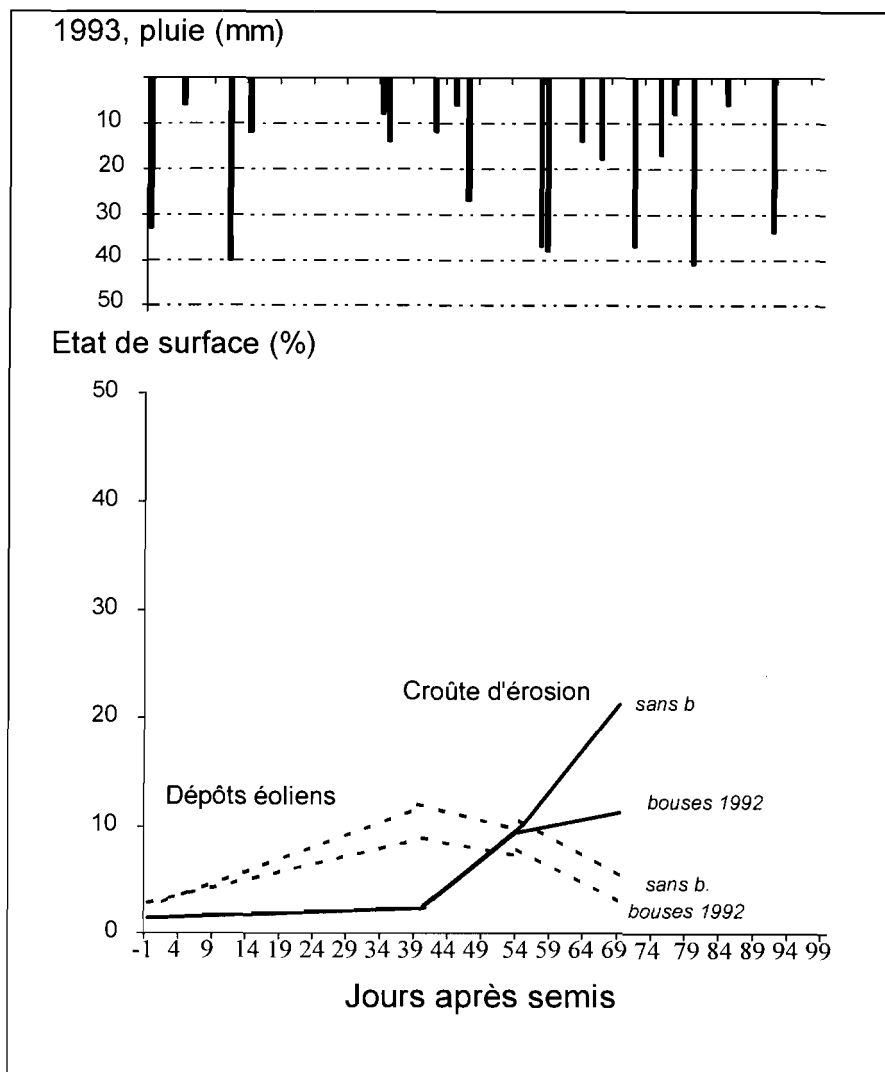


Figure 2 — Pluviométrie pendant la période de culture du mil du 1 juin au 9 septembre 1993 et évolution saisonnière des croûtes d'érosion et des dépôts éoliens dans les parcelles ayant reçu des bouses sèches (5 t/ha) en 1992 et sans apport de bouse.



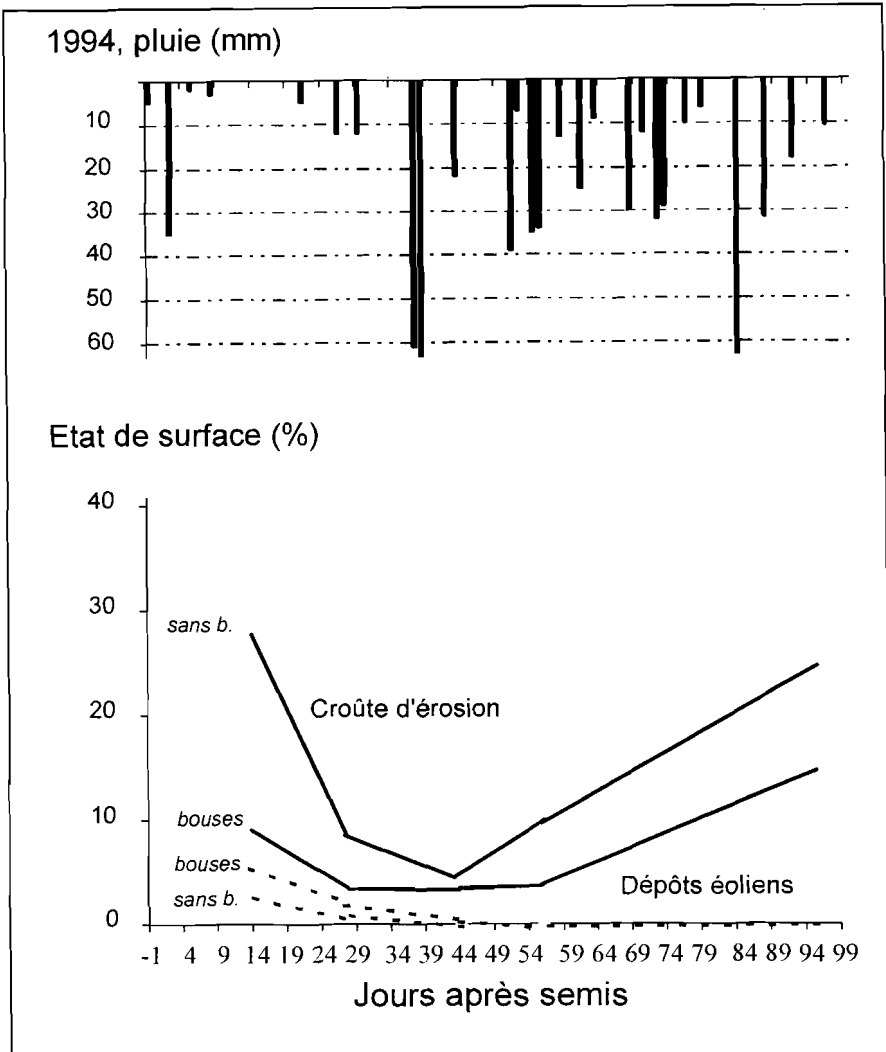


Figure 3 — Pluviométrie pendant la période de culture du mil du 12 juin au 19 septembre 1994 et évolution saisonnière des croûtes d'érosion et des dépôts éoliens dans les parcelles avec apport de bouses sèches (5 t/ha 1992 et 1994) et sans apport de bouse.

cette différence n'est pas significative (cv, coefficient de variation toujours supérieur à 55 %). En 1993, l'année sans apport de bouses, il y a peu de différences entre les parcelles ayant reçu les 5 t/ha de bouses l'année précédente, ou non. La biomasse produite, autour de 5 g/m<sup>2</sup>, est élevée du fait de la plus grande disponibilité en eau en 1993 (90 mm, avant le premier sarclage).

Le nombre de plantes coupées lors du premier sarclage varie entre 280 et 340 plantes/m<sup>2</sup> (fig. 4), avec un cv compris entre 49 et 78 %. Le poids supérieur des mauvaises herbes dans les parcelles avec bouses n'est donc pas le résultat d'une densité plus grande. On ne peut pas conclure que l'apport de bouses transportent des graines d'adventices, ni que les bouses piègent les graines, comme elles piègent le sable, qui envahissent le champ. L'aspect toujours plus enherbés des zones parquées serait plutôt le résultat des meilleures conditions de croissance en début d'hivernage. Ce résultat a été confirmé dans un essai similaire à Sama Dey, village situé à 5 km de Banizoumbou sur un sol identique : la biomasse des adventices prélevée lors du premier sarclage s'élevait à 4,2 g/m<sup>2</sup> (n = 16, cv 63 %) dans les parcelles avec bouses, et 2,4 g/m<sup>2</sup> pour celles sans bouse (n = 16, cv 66 %). La densité est 2 300 plantes/m<sup>2</sup> dans les parcelles sans bouses (cv 75 %), et 1600 plantes/m<sup>2</sup> avec bouses (cv 4 %). Cette même production à Sama Dey qu'à Banizoumbou en biomasse par m<sup>2</sup> dans les deux champs reflète la même disponibilité en eau et éléments nutritifs. Le nombre d'adventices six fois supérieur dans le champ de Sama Dey est probablement le résultat de l'accumulation des graines d'adventices dans le sol pendant plus de 20 années consécutives de culture.

Nous n'avons pas observé de différence floristique entre les parcelles avec ou sans bouses, *Jacquemontia tannifolia* (L.) Griseb. et *Mitracarpus scaber* Zucc. dominent toutes les parcelles pendant les trois saisons de culture (essai Banizoumbou).

## Mil

### Phase d'émergence et d'installation

Le taux de levée n'a pas été influencé par les bouses (1992, 1994). En revanche, les deux années avec apport de bouses, les pousses de mil (lors du démarrage à 22 JAS, jours après semis) ont tendance à être plus vigoureuses dans les parcelles avec bouses (22 cm, cv 7,4 ; 25 cm, cv 7,6, n = 216). Une croissance juvénile plus forte a été démontré (P < 5 %) dans le champ de Sama Dey au niveau de la surface foliaire à 26 JAS (40 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> pour le mil sans bouse, 70 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> avec bouses, (Rockström et de Rouw, 1997)).

Ainsi, comme les adventices, le jeune mil profite des bouses en début d'hivernage (fig. 4).

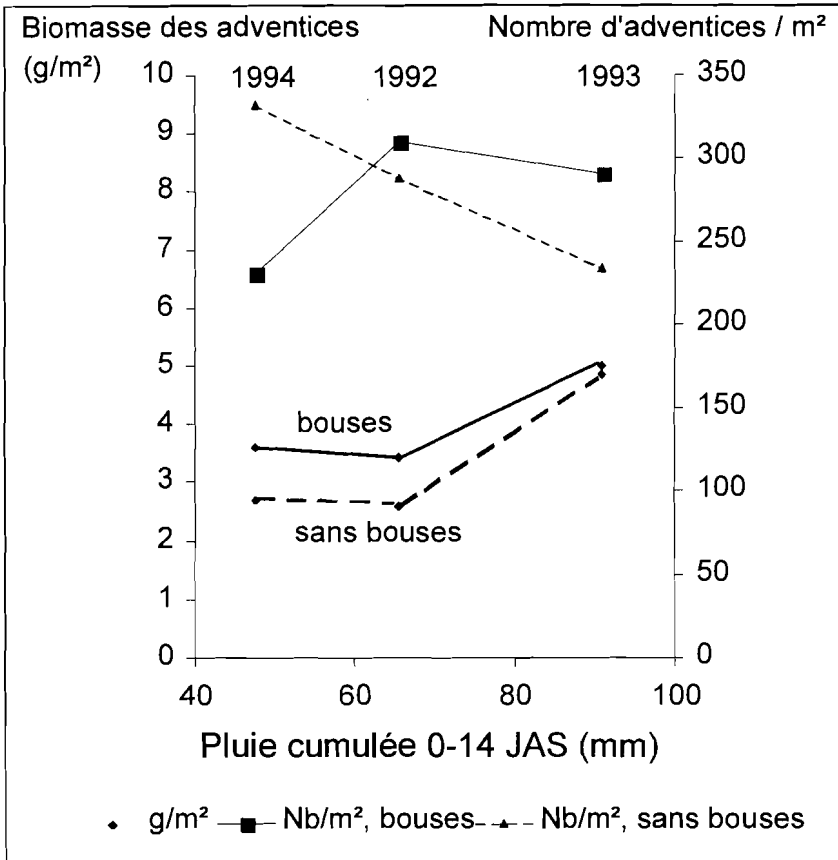


Figure 4 — Relation entre les adventices (densité et biomasse) et la pluie cumulée (mm) dans la période comprise entre le semis et le premier sarclage (14 j.), pour les parcelles avec apport de bouses sèches (5 t/ha 1992 et 1994) et sans apport de bouse.

### Rendement et composantes du rendement

Les rendements de l'année 1992 ont été relativement élevés (700-1 000 kg/ha) grâce à une répartition satisfaisante des pluies et aux faibles dégâts provoqués par les ravageurs (tabl. 2). En 1993, une sécheresse en début de cycle (fig. 2) et les attaques d'insectes ravageurs dans les parcelles ont provoqué une chute des rendements (200-300 kg/ha). Le faible niveau de rendement en 1994, par rapport à 1992, a été semblable à celui observé sur les champs paysans de la

région (250-450 kg/ha). Il est dû à la sécheresse du début du cycle, puis à l'érosion hydrique causée par les pluies intenses qui ont suivi (fig. 3). Dans le tableau 2 sont présentés les effets d'apport de bouses et des différents niveaux de sarclages sur les composantes du rendement. L'année 1993 n'a pas été représentée, car un éventuel effet favorable résiduel des bouses ne s'est pas manifesté, et le faible niveau des rendements a limité les possibilités d'analyses.

Au cours des deux années, l'effet bouses est resté faible sur le rendement, et nul sur le Poids de grains/épi. Les composantes corrélées aux apports de bouses (effet statistiquement significatif  $2,5 < P < 1 \%$ ) ont été le Nombre d'épis et le Poids de 1 000 grains. La première reflète les conditions de développement durant la phase végétative, plus favorable en présence de bouses pour l'initiation des épis. La deuxième, étant corrélée aux conditions du stade génératif, phase où il n'y a pas de stress hydrique, suggère que les bouses libèrent quand même une quantité d'éléments nutritifs dont le mil sait profiter lors du stade de remplissage des grains.

L'effet sarclage a été très marqué ( $P < 0,5 \%$ ), du fait du traitement « 0 sarclage » dans lequel seules des plantes de mil chétives se sont développées. En 1994, dans les parcelles non sarclées et sans bouses, une grande partie des adventices a été emportée par l'érosion hydrique. Le mil a pu se développer sous une faible pression d'enherbement (108 kg/ha). En revanche, dans les parcelles non sarclées et protégées par les bouses, les mauvaises herbes se sont maintenues et ont fortement concurrencé le mil (10 kg/ha).

Dans l'analyse de l'interaction bouses et nombre de sarclages, seuls les traitements deux sarclages (pratique paysanne) et quatre sarclages sont pris en compte. En général, les parcelles « quatre sarclages » produisent moins de grains et moins d'épis que les parcelles « deux sarclages » en l'absence de bouses. Avec l'apport de bouses, la production est maintenue au même niveau, dans les parcelles au sarclage intensif et à deux sarclages. La composante qui répond aux sarclages excessifs est le Nombre d'épis total (effet statistiquement non significatif en 1992 et statistiquement significatif ( $2,5 < P < 1 \%$ ) en 1994). Le Poids de 1 000 grains et le Poids de grains/épi ne sont pas affectés. Ceci paraît logique : seule est touchée la composante qui rend compte de la phase végétative, la période au cours de laquelle les sarclages ont eu lieu (avant 55 JAS, 50 % floraison). Concernant le rendement, l'apport de bouses limite l'effet négatif des sarclages répétés, grâce à un Nombre d'épis utiles/poquet identique à la pratique paysanne (deux sarclages).

Tableau 2

Rendement et composantes du mil, avec ou sans apport de bouses (5 t/ha) en 1992 et 1994, et trois niveaux de sarclage

	0 sarclage				2 sarclages				4 sarclages			
	1992		1994		1992		1994		1992		1994	
	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec
Rendement (kg/ha)	9	63	174	17	901	918	434	461	761	1063	314	463
Nb d'épis total (/poq.)	1,3	1,8	1,6	1,2	4,0	3,9	2,8	3,3	3,2	3,7	2,1	2,9
Nb d'épis utiles (/poq.)	0,5	1,1	1,2	0,3	3,4	3,4	2,5	2,8	2,7	3,4	1,8	2,8
Poids grains (g/épi utile)	1	6	12	6	27	27	17	16	28	32	16	15
Poids 1 000 grains (g)	4,5	6,0	6,4	5,1	9,2	9,5	9,6	10,2	9,2	9,4	9,4	9,6
Indice de récolte (%)	4	9	25	6	26	24	24	24	26	26	24	21

Sans = Sans bouse

Avec = Avec bouses

Tableau 3

Effet de l'apport de bouses sèches (5 t/ha en 1992 et 1994) et du sarclage sur le sol (5-15 cm, fin du cycle 1993, 1994)

	0 sarclage				2 sarclages				4 sarclages			
	Sans bouse		Avec bouse		Sans bouse		Avec bouse		Sans bouse		Avec bouse	
	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994
pH-H <sub>2</sub> O	5,98	5,63	5,94	5,80	5,85	5,41	5,84	5,73	5,60	5,46	5,65	5,52
Al <sup>3+</sup> (meq/100 g)	0,00	0,05	0,00	0,00	0,02	0,10	0,00	0,01	0,07	0,11	0,06	0,08
Mat. Org. (%)	0,46	0,33	0,43	0,49	0,40	0,32	0,43	0,46	0,34	0,32	0,43	0,32
N ppm	228	194	218	283	201	194	208	245	171	178	211	184
P ppm	54	53	50	56	48	51	51	53	56	53	53	52
CEC effec. (meq/100g)	1,08	0,84	1,25	1,14	1,12	0,84	1,22	1,02	0,95	0,84	1,10	0,80

## Sol

Le tableau 3 montre l'évolution de la fertilité chimique du sol (5 - 15 cm) sous l'effet d'apport des bouses en 1992 et en 1994, et sous les différents régimes de sarclages. Dans la pratique paysanne (deux sarclages), l'apport de bouses permet de maintenir à peu près le niveau de fertilité : baisse du pH du sol moins importante ainsi qu'une toxicité d'aluminique moins marquée que sans apport de bouses. On constate une légère augmentation de matière organique, et une baisse moins importante de CEC que dans les parcelles sans apport de bouse. Les éléments nutritifs apportés par les bouses parviennent à entraîner les faibles différences de fertilité dans le sol entre les traitements (tabl. 3), qui ne sont pas sensibles dans l'analyse chimique des grains de mil : on retrouve les mêmes taux de N, P, K, Ca et Mg dans les grains de mil cultivés avec ou sans bouses, 2 ou 4 sarclages au sein de la même année.

Un sarclage intensif (quatre sarclages) laisse le sol nu au cours de la quasi-totalité du cycle. Ceci simule sur une courte période les processus qui interviennent lors d'une mise en culture prolongée sans intrant. Lors des sarclages et après, les éléments fins du sol, déjà en très faibles quantités (2 à 3 % d'argile), subissent une érosion éolienne et hydrique. Il en résulte une baisse de pH et une diminution de la capacité d'échange, de la matière organique et de l'azote. Ces pertes, consécutives aux sarclages répétés, ne se trouvent que faiblement compensées par des apports de bouses. Ainsi, un sarclage intensif réduit sensiblement la production du mil, surtout dans les parcelles non-protégées par les bouses. Il montre aussi la très faible capacité des bouses à maintenir la fertilité chimique du sol.

A l'inverse, le sol non sarclé profite d'un apport annuel de biomasse sèche d'adventices d'environ 200-400 g/m<sup>2</sup>, soit 2 t/ha. Un fort recouvrement protège de l'érosion. Cette situation fournit une indication sur la biomasse que peut produire une année de jachère. Le traitement 0 sarclage sans bouses a apporté une légère amélioration de la fertilité du sol en 1993, effet anéanti en 1994 par des fortes averses qui ont dénudé le sol presque autant que les sols sarclés. La seule situation vraiment améliorante est l'apport de bouses sans sarclage. On retrouve dans ce cas une autre pratique culturale effectuée par des paysans de la région qui disposent à la fois de terres en réserve et des troupeaux. La dernière année de la jachère, le futur champ est fumé par un parcage nocturne des animaux. Lors du défrichage les bouses vont protéger le sol de l'érosion éolienne, réduire l'encroûtement superficiel, tout en fournissant une faible quantité d'éléments nutritifs.



## Discussion et conclusion

Malgré la faible quantité de bouses déposées (5 t/ha) comparée aux quantités citées dans la littérature (Quilfen et Milleville, 1983 ; Schleich, 1986 ; Landais et Lhoste, 1993 ; Brouwer et Powell, 1996) et malgré leur très faible valeur nutritive, des effets positifs ont été observés sur la structure superficielle du sol, le développement du mil et l'enherbement. L'application des bouses, par un effet mécanique, augmente la résistance à l'érosion éolienne, le piégeage de sables éoliens et favorise ainsi l'infiltration. En revanche, dans les parcelles dépourvues de bouses, des croûtes d'érosion se développent sous l'effet conjugué des vents violents et des pluies irrégulières du début de saison. Sur les parcelles ayant reçu les bouses, on observe des pousses de mil plus vigoureuses. La biomasse, et non le nombre d'individus, de mauvaises herbes y est plus élevée. Au cours des 30 premiers jours après le semis, les bouses provoquent une meilleure croissance du mil et des mauvaises herbes.

Le pratique du parage extensif n'améliore pas (cette étude) ou peu (Rockström et de Rouw, 1997) le rendement du mil. En revanche, grâce à la faible quantité d'intrants fournie annuellement par les bouses, la dégradation du sol est stoppée ou ralentie. Pour un champ cultivé continuellement, l'apport de bouses semble donc présenter un certain intérêt, au moins pour limiter la poursuite de la dégradation physique et chimique du sol, particulièrement sous forme d'érosion. Ainsi le parage permet aux cultivateurs d'allonger la durée de culture dans certains champs.

Le type de fumure pratiquée dans la région — 0,5 - 5 t/ha de bouses déposées ici et là une année sur quatre sur la surface cultivée — constitue l'une des versions les plus extensives du système de parage. Elle correspond bien à un système de culture, fondé sur la mise en jachère, en train de subir les premières transformations vers un système plus intensif. Parmi l'ensemble des systèmes africains de gestion de la fumure, Landais et Lhoste (1993) désignent ce système comme celui qui nécessite le moins de travail et qui correspond au début d'un processus d'intensification. Il est typique d'une région où subsistent des jachères mais où la saturation foncière menace (Loireau et d'Herbes, 1995 ; Batterbury et Longbottom, 1996).

L'actuelle poussée démographique entraîne l'abandon progressif de la jachère. Corrélativement à cette pratique, il est nécessaire d'augmenter le rendement du mil qui est actuellement de l'ordre de 400 kg/ha. Les sols sableux où l'on cultive le mil sont non seulement pauvres en matière organique mais celle-ci se dégrade rapidement. Une voie possible pour parvenir à maintenir la fertilité



consiste à utiliser les bouses de zébu, qui représentent une masse importante de matière organique (un zébu de 250 kg rejette environ 10 kg de fèces par jour, soit 3 kg de bouses sèches, Landais et Lhoste, (1993)).

Le développement agricole du Sahel repose dès lors sur les bienfaits de l'agropastoralisme, ces deux pratiques devant être intégrées. Les quantités appliquées et la forme de fumure, sans mélange d'urine ni résidus de la culture, sont juste suffisantes pour stopper la dégradation. La culture permanente sans recours à la jachère demanderait une gestion de la fumure plus élaborée.

## Références bibliographiques

- BATIONO A., MOKWUNYE A.U., 1991 – Role of manures and crop residue in alleviating soil fertility constraints to crop production with special reference to the Sahelian and Sudanian zones of West Africa. *Fertilizer Research*, 29, 217-225.
- BATTERBURY S., LONGBOTTOM J., soumis – Social and environmental change in a village in South West Niger, 1900-1996. *Sussex University Geography Research Papers*.
- BROUWER J., POWELL J.M., 1996 – Soil aspects of nutrient cycling in a manure application experiment in Niger. In : J. M. Powell, S. Fernandez-Riviera, T. O. Williams et C. Renard (éd.) : *Livestock and sustainable nutrient cycling in mixed farming systems of sub-saharan Africa*. Proceedings of the international conference ILCA, Addis Abeba, 22- 26 nov. 1993, vol 2, pp 211-226.
- CASENAVE A., VALENTIN C., 1989 – *Les états de surface de la zone Sahélienne. Influence sur l'infiltration*. Editions Orstom, Coll. *Didactiques*, Paris, 229 pages.
- KLAIJ M.C., HOOGMOED W.B., 1989 – Crop response to tillage practices in a sahelian soil. In : C. Renard, R. J. Vanderbeldt et J. F. Parr (éd.) : *Soil, crop, and water management systems for rainfed agriculture in the Sudano-Sahelian Zone*. Proceedings of an international workshop, 11-16 jan. 1987, Niamey, Niger. ICRIASAT, Patancheru, India, pp. 265-275.
- LANDAIS E., LHOSTE P., 1993 – Systèmes d'élevage et transferts de fertilité dans la zone des savanes africaines. *Cahiers Agriculture*, 2, 9-25.
- LOIREAU M., D'HERBES J.-M., 1993 – Mapping of land features of the HAPEX-Sahel east central super site. Poster, American geophysical union, Annual meeting, 6-10 déc. 1993, San Francisco.
- PICHOT J., SEDOGO M.P., POULAIN J.F., ARRIVETS J., 1981 – Evolution de la fertilité d'un sol ferrugineux tropical sous l'influence de fumures minérales et organiques. *Agronomie Tropicale*, 26 (2), 122-133.
- QUILFEN J.-P., MILLEVILLE P., 1983 – Résidus de culture et fumure animale : un aspect des relations agriculture-élevage dans le nord de la Haute-Volta. *L'Agronomie Tropicale*, 38 (3), 206-212.
- ROCKSTRÖM J., DE ROUW A., 1997 – Water, nutrients and slope position in on-farm pearl millet cultivation in the sahel. *Plant and Soil*, sous presse.
- SANDFORD S.G., 1989 – Crop residue / Livestock relationships. In : C. Renard, R. J. Vanderbeldt et J. F. Parr (éd.) *Soil, crop, and water management systems for*

*rainfed agriculture in the Sudano-Sahelian Zone*. Proceedings of an international workshop, 11-16 jan. 1987, Niamey, Niger. ICRISAT, Patancheru, India, pp. 169-182.

SEYBOU H., 1993 –  
*Enquête sur les systèmes de culture, cas du terroir de Banizoumbou*. Mémoire de fin d'étude, Faculté d'agronomie, Université de Niamey, Niger, 51 pages.

SCHLEICH K., 1986 –  
Le fumier peut-il remplacer la jachère?  
Possibilité d'utilisation du fumier : exemple de la savane d'Afrique occidentale.  
*Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*,  
39 : 97-102.

WORLD BANK, 1994 –  
*World Tables 1994*, Washington, D. C.