

# Effets induits du paillage post-cultural d'un sol sableux encroûté au Sahel

## Conséquences sur l'amélioration de son fonctionnement hydrique

Le paillage est une technique de conservation de l'eau et des sols connue et utilisée de longue date dans des régions très différentes du monde. Dans le cadre de la restauration de sols dégradés au Niger, des expérimentations ont permis de quantifier l'influence du paillage sur l'infiltration et le stock en eau du sol en différenciant les effets de l'activité des termites, des apports sableux éoliens et de la reprise végétale.

J. LEONARD

Orstom, Laboratoire d'informatique appliquée,  
32 avenue Henri Varagnat,  
93143 Bondy cedex, France  
Mél : leonard@bondy.orstom.fr

J.-L. RAJOT

Orstom, BP 11416, Niamey, Niger  
Mél : rajot@niamey.orstom.ne

**Remerciements** — Ce travail a été mené par l'Orstom de Niamey dans le cadre du programme Amélioration et gestion de la jachère en Afrique de l'Ouest, financé par l'Union européenne (projet 7 ACP RPR 269).

Il s'agit de laisser en place les résidus de récolte ou d'effectuer un apport en quantité variable de résidus végétaux à la surface du champ. Le paillage permet, sous certaines conditions, d'augmenter la quantité d'eau disponible dans le sol en favorisant l'infiltration et en limitant l'évaporation. Dans les régions sèches, l'augmentation du stock d'eau disponible se traduit par une amélioration sensible de la production végétale.

Les mécanismes qui peuvent faire du paillage une méthode efficace de gestion de l'eau sont très variés. Cependant, les processus les plus généraux, qui s'appliquent quelles que soient les conditions climatiques ou pédologiques, concernent plutôt la

prévention de la dégradation, au sens étroit de dégradation physique de l'état de surface des sols, que leur restauration. Il en est ainsi des deux effets les mieux documentés du paillage sur l'infiltration : la protection du sol de l'impact des gouttes de pluie et le ralentissement de la vitesse du ruissellement.

Lorsque les sols sont déjà dégradés, en particulier déjà encroûtés, ces deux mécanismes sont quasi inopérants. De plus, dans un tel cas, la quantité d'eau dans le sol est très faible et la limitation de l'évaporation ne présente pas un grand intérêt. En présence de sols très dégradés, il faut d'abord favoriser l'infiltration en restaurant leurs propriétés hydrodynamiques. Certains auteurs ont suggéré qu'en milieu tropical, le paillage pouvait jouer un rôle important sur l'infiltration et la régénération du couvert végétal de sols dégradés grâce à des effets indirects : le piégeage de sable et de graines d'origine éolienne et la stimulation de l'activité de la faune du sol, en particulier celle des termites pour qui la paille constitue une source de nourriture. CHASE et BOUDOURESQUE (1987, 1989) ont montré que ces facteurs indirects peuvent être efficaces en matière de régénération d'un couvert végétal sur un sol dégradé, en liaison avec l'amélioration des conditions hydriques. Par ailleurs, un

certain nombre de travaux ont été menés en science du sol pour analyser le rôle des termites sur l'infiltration, indépendamment du paillage.

Cependant, les connaissances restent encore incomplètes et dispersées ; elles sont parfois obtenues dans des conditions très éloignées des conditions naturelles et ne permettent pas de prévoir les améliorations à attendre d'un paillage de zones dégradées dans des conditions quelconques.

A Niamey, au Niger, les expérimentations menées depuis 1994 par l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (Orstom) ont pour objectif de mieux comprendre et de modéliser l'infiltration de la pluie dans un sol paillé, en prenant en compte l'influence du piégeage de sables éoliens et de l'activité des termites induits par le paillage, dans le cadre de la restauration des sols dégradés dans les jachères. L'objectif final est de prévoir les améliorations à attendre et de mieux gérer ainsi cette pratique.

Nous n'exposerons dans cet article que quelques uns des premiers résultats obtenus, mettant bien en évidence les mécanismes qui interviennent au cours du paillage et qui conduisent à la restauration des sols encroûtés.

## Une expérimentation en milieu naturel sahélien

L'expérimentation a été menée dans une jachère à *Guiera senegalensis*, à proximité du village de Banizoumbou (Niger), au sein d'un environnement typiquement sahélien. La moyenne annuelle des précipitations (1990-1997) est de 500 millimètres, avec une forte variabilité interannuelle et de fortes intensités de pluie : intensité moyenne maximale sur 5 minutes supérieure à 46 mm/h pour 25 % des pluies et intensité moyenne maximale sur 30 minutes supérieure à 25 mm/h pour 25 % des pluies. Le sol ferrugineux tropical sableux à structure massive est typique de la région. Il est couvert de croûtes d'érosion sur une

bonne partie de cette jachère très dégradée. Les propriétés hydrodynamiques de ces sols encroûtés sont très peu variables — coefficient de variation de 33 % pour une pluie de 13 mm et de 17 % pour une pluie de 46,5 mm, au lieu de 50 à 100 % en général (VAUCLIN, 1983) — et peuvent être considérées comme identiques quel que soit le site avant traitement.

Trente sites de 10 mètres carrés environ ont été soumis à deux traitements principaux — c'est-à-dire avec ou sans brise-vent, celui-ci mesurant un mètre de haut et limitant les apports de sables éoliens — et cinq sous-traitements :

- (1) témoin encroûté ;
- (2) paillage + insecticide + herbicide ;
- (3) paillage + insecticide ;
- (4) paillage + herbicide ;
- (5) paillage sans insecticide ni herbicide.

Au cours de l'expérimentation, il est apparu que l'insecticide avait égale-

ment un effet herbicide aux doses utilisées. Ainsi, dans la suite de l'étude, les traitements 2 et 3 ne seront pas distingués. Le paillage, effectué en début de saison des pluies, consiste en un apport de 0,7 kilo de *Ctenium elegans* égrené et de 0,3 kilo de branches de *Guiera senegalensis* par mètre carré. Le choix de cette graminée et de cet arbuste se justifie par leur abondance dans les jachères étudiées au moment de l'implantation du dispositif. Les quantités utilisées conduisent à un recouvrement de plus de 90 % de la surface du sol pour une épaisseur de paille d'environ 3 centimètres. Sur chaque site, une parcelle de ruissellement d'un mètre carré permet d'obtenir les

## Jachères au Niger

C'est sur les sols sableux que repose la totalité de la production de mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) au sud-ouest du Niger, en climat sahélien. Le système de culture y est fondé sur l'alternance champ/jachère. Cependant, en raison de la croissance démographique continue, la pression sur les terres agricoles est de plus en plus forte : l'emprise des cultures est passée de 20 % de la surface du terroir en 1950 à 70 % en 1990. Cela conduit, entre autre, à une diminution du temps de mise en jachère. Pendant la période de culture, la surface dénudée de ces sols à la structure fragile est soumise à l'action de vents violents, qui érodent localement l'horizon de surface, et provoquent la formation de croûtes d'érosion (CASENAVE et VALENTIN, 1989). Elles forment des zones nues et stériles propices au ruissellement et à l'érosion hydrique. Ces croûtes ont une infiltrabilité extrêmement faible (1 à 2 mm/h) et une activité biologique inexistante en surface. Sans traitement, le temps de mise en jachère n'est plus suffisant pour restaurer naturellement ces surfaces dégradées qui peuvent couvrir jusqu'à 50 % des jachères (AMBOUTA *et al.*, 1996). Leur réhabilitation par paillage durant la courte période de mise en jachère constitue l'une des réponses que l'on peut apporter au problème de la demande croissante de surface agricole utile. Elle doit être obtenue de façon durable et peu coûteuse.

## Paillage et conservation de l'eau et du sol

Le paillage réduit le ruissellement, augmente l'infiltration et limite l'érosion du sol en dissipant l'énergie cinétique des gouttes de pluie, réduisant ainsi la dispersion des agrégats du sol et l'encroûtement de surface, et en retardant le ruissellement laissant ainsi plus de temps pour l'infiltration de l'eau (PAPENDICK *et al.*, 1990 ; UNGER, 1990). La protection du sol dépend du taux de couverture de celui-ci, et donc de la quantité de paille disponible. Le paillage permet de réduire l'évaporation du sol pendant la première phase de celle-ci (sol humide), en réduisant l'énergie disponible à la surface du sol pour la vaporisation de l'eau et en limitant la circulation de l'air donc les échanges de vapeur avec l'atmosphère (BUSSIÈRE et CELLIER, 1994). L'effet sur la réduction de l'évaporation augmente avec l'épaisseur du paillage, mais une trop grande épaisseur dans un régime d'averses de faibles volumes conduit à une imbibition du mulch, suivie d'une évaporation, sans que le sol ne soit réhumecté (BUSSIÈRE et CELLIER, 1993).

volumes de ruissellement après chaque épisode pluvieux et de calculer un coefficient d'infiltration — (pluie – ruissellement) / pluie x 100. Durant la saison des pluies 1997, des guides d'onde ont été installés sur quelques parcelles afin de suivre l'évolution de la teneur en eau volumique dans les 60 premiers centimètres du sol par TDR (Time Domain Reflectometry). Les mesures ont été réalisées tous les deux ou trois jours.

Par ailleurs, une nouvelle surface de 20 mètres carrés a été paillée en 1997 pour les observations pédologiques dans une tranchée creusée en fin de saison. Ce paillage a été réalisé en milieu de saison des pluies de telle sorte que les dépôts éoliens et le développement de la végétation soient minimales et que seul l'effet de l'activité des termites s'exprime.

## Evolution de l'état de surface des sites paillés

Le paillage a été réalisé en début de saison des pluies, aux mois de mai et juin. Ces mois correspondent à la fois à une période d'intense activité de récolte des termites (LEPAGE, 1983) et aux plus forts dépôts éoliens dans les jachères. La plupart des pluies au Sahel sont précédées de vents extrêmement violents qui provoquent une érosion éolienne d'autant plus forte que les sols sableux, particulièrement sensibles, ne sont pas assez couverts par la végétation. C'est le cas des champs cultivés où les taux de recouvrement par les résidus de culture atteignent leur minimum à cette saison, avant le développement du mil récemment semé. En revanche, dans les jachères, les taux de recouvrement restent suffisants pour éviter l'érosion éolienne et les moindres obstacles, comme le paillage, constituent des pièges efficaces pour les sédiments éoliens transportés depuis les champs (BIELDERS *et al.*, 1998). Ainsi, on observe presque dès l'implantation du paillage :

– une forte activité des termites qui se traduit en surface par la présence de

placages de récolte pouvant couvrir la presque totalité des parcelles non traitées à l'insecticide et qui masquent de nombreux pores perforant la croûte d'érosion ;

– des dépôts éoliens sableux d'épaisseur variable sur les parcelles non protégées par un brise-vent, en fonction de la proximité des sources (généralement les champs cultivés).

Il est possible d'opérer un regroupement de parcelles en fonction de leur type d'évolution. Les témoins non paillés ne présentent pas d'évolution. La croûte d'érosion se maintient pendant toute la durée de l'expérience.

Les parcelles paillées avec insecticide montrent une forte convergence morphologique, avec l'absence de développement de végétation, même sans herbicide, l'accumulation et le maintien en place des sédiments éoliens grâce aux pailles qui ne sont pas consommées par les termites. Même sur les parcelles protégées par un brise-vent, on note une accumulation, plus lente, de sédiments éoliens. Cet ensemble de parcelles évolue peu au cours du temps.

Les parcelles paillées avec termites, apports éoliens et végétation se caractérisent par un maintien de l'activité des termites durant toute la période d'étude (même lorsque la paille a complètement disparue) grâce à la consommation de la végétation pionnière. Cette végétation permet aussi la fixation des dépôts éoliens, voire la poursuite de ces dépôts.

Les parcelles paillées avec termites et apports éoliens, mais sans végétation, sont très comparables aux précédentes la première année de traitement. Mais, dès la deuxième année, on observe une diminution de l'activité des termites et une érosion hydrique des dépôts éoliens qui ne sont plus maintenus par la paille, consommée par les termites, ni fixés par la végétation pionnière.

Enfin, les parcelles paillées avec activité des termites, avec et sans herbicide, mais sans apports éoliens, peuvent être regroupées en raison du très faible développement de la végétation pionnière. L'activité des termites, maximale la première année, décroît

jusqu'à devenir nulle, ou très faible, lorsque tout le paillage a été consommé.

## L'activité des termites est le principal facteur d'augmentation de l'infiltration

Les résultats des mesures effectuées quatre années sous pluies naturelles sont présentés dans la figure 1 en fonction des regroupements morphologiques décrits ci-dessus. L'infiltration sur le sol encroûté est très faible et ne représente que 20 % de la pluie en moyenne. L'activité des termites se traduit par une nette augmentation du coefficient d'infiltration dès la première année, d'un facteur 1,5 à 3. L'action des termites semble plus efficace la première année sur les sites protégés du vent. Le développement de la végétation joue par la suite un rôle clef. En absence de végétation, l'activité des termites est progressivement freinée et les coefficients d'infiltration diminuent, alors que la présence de végétation permet le

### Termites et infiltration

L'effet des termites sur l'infiltration a été étudié de différentes manières : sous pluies simulées et fortes intensités (ELKINS *et al.*, 1986 ; MANDO *et al.*, 1996), à l'aide de l'infiltrométrie à tension contrôlée (ELDRIDGE, 1994) qui permet de mettre en évidence l'effet majeur des galeries sur la conductivité hydraulique du sol, ou encore sous charge (OUEDRAOGO, 1997). Les résultats convergent pour donner aux termites un rôle très positif sur l'infiltration, l'améliorant parfois d'un facteur 10 par rapport aux sols témoins. Cependant, les conditions opératoires sont en général très éloignées des conditions naturelles et favorisent fortement l'infiltration en permettant un écoulement saturé dans la macroporosité. Il est probable que le rôle des termites sur l'infiltration a ainsi été surestimé.

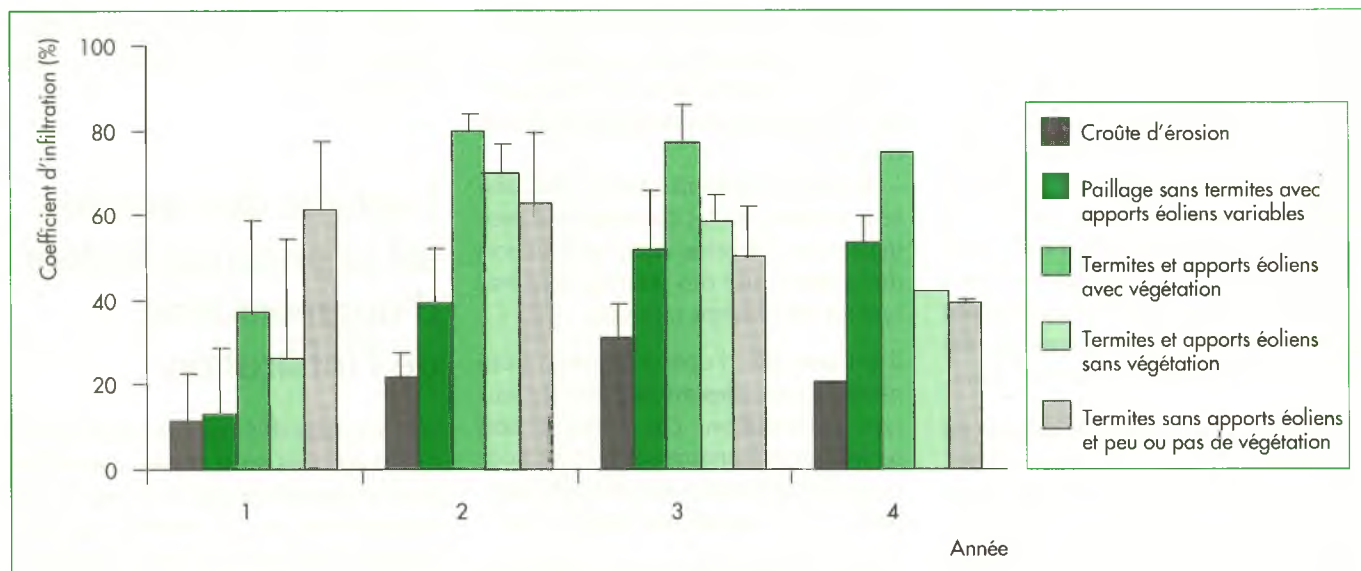


Figure 1. Coefficients d'infiltration observés et écarts types, pour différents groupes de parcelles et sur 4 années consécutives, sous pluies naturelles, sur des parcelles de ruissellement de 1 mètre carré.

maintien de l'activité des termites et donc de forts coefficients d'infiltration, de l'ordre de 80 %, soit 4 fois plus élevés que sur le sol encroûté.

Le paillage sans activité de termites, qui est sans aucun effet la première année, permet une augmentation progressive du coefficient d'infiltration en liaison avec l'accumulation de sables éoliens. L'eau s'infiltré rapidement jusqu'à saturation de ces dépôts sableux peu ou pas encroûtés. Ce stockage intervient essentiellement en début de pluie et est sensiblement proportionnel à l'épaisseur de la couche de sédiments déposée.

## L'effet du paillage sur la teneur en eau du sol est sensible dès les premières pluies

Les besoins en eau de la végétation sont importants dans la phase de croissance, c'est-à-dire en début de saison des pluies (SEGHIERI *et al.*, 1994). Il était donc nécessaire de suivre l'évolution de la teneur en eau du sol sur l'ensemble de la saison des pluies afin de vérifier l'efficacité des traitements, par rapport aux témoins encroûtés, aux moments clés du développement végétal. La figure 2 présente un

exemple de ce suivi pour la saison des pluies 1997, correspondant à la quatrième année après le paillage initial, pour une parcelle témoin encroûtée et une parcelle paillée, sans insecticide, sans herbicide et sans brise-vent.

Il apparaît que, dès le début de la saison des pluies, la quantité d'eau disponible sur la parcelle restaurée permet de soutenir la croissance de la végétation — les premières pousses sont visibles à partir du 15 juin environ. On constate que la teneur en eau des 60 premiers centimètres sur la parcelle paillée ne redevient identique à celle du sol encroûté qu'à la suite de la longue période sèche de trois semaines du mois d'août. Le stock d'eau de ces 60 premiers centimètres se reconstitue très rapidement dès la pluie suivante.

Dans l'exemple précédent, tous les processus sont entrés en jeu pour la restauration de l'infiltration (activité des termites, dépôts éoliens, développement de la végétation). L'étude du site paillé en milieu de saison des pluies 1997 permet de prendre en compte le seul effet de l'activité des termites. La figure 3 montre deux profils hydriques, réalisés à 80 centimètres de distance, qui ne diffèrent que par la présence du paillage réalisé un mois avant le creusement de la fosse d'observation et partiellement consommé par les ter-

mites. La différence de teneur en eau est très marquée et se maintient sur une profondeur de plus de 2 mètres. Le stock d'eau dans la zone paillée est de 214 millimètres, au lieu de 107 seulement dans la zone encroûtée, où il est peu utilisable — teneur en eau proche de la teneur en eau résiduelle. Si l'on fait l'hypothèse, vraisemblable, que le stock hydrique de la zone encroûtée a peu varié durant la période d'observation, la différence de stock entre zone paillée et zone encroûtée (107 mm), rapportée au total pluviométrique de la période considérée (192 mm), permet d'estimer le coefficient d'infiltration dans la zone paillée à 56 %. On remarque en outre que l'augmentation du stock hydrique est effective peu de temps après la mise en place du traitement.

## La reconstitution d'un couvert végétal dense favorisée par les apports éoliens

Il importe de rappeler ici que nous avons utilisé des pailles égrenées, afin de limiter les apports de graines à celles contenues dans les dépôts éoliens. Comme nous l'avons indiqué plus haut, la végétation ne se développe de façon conséquente que sur

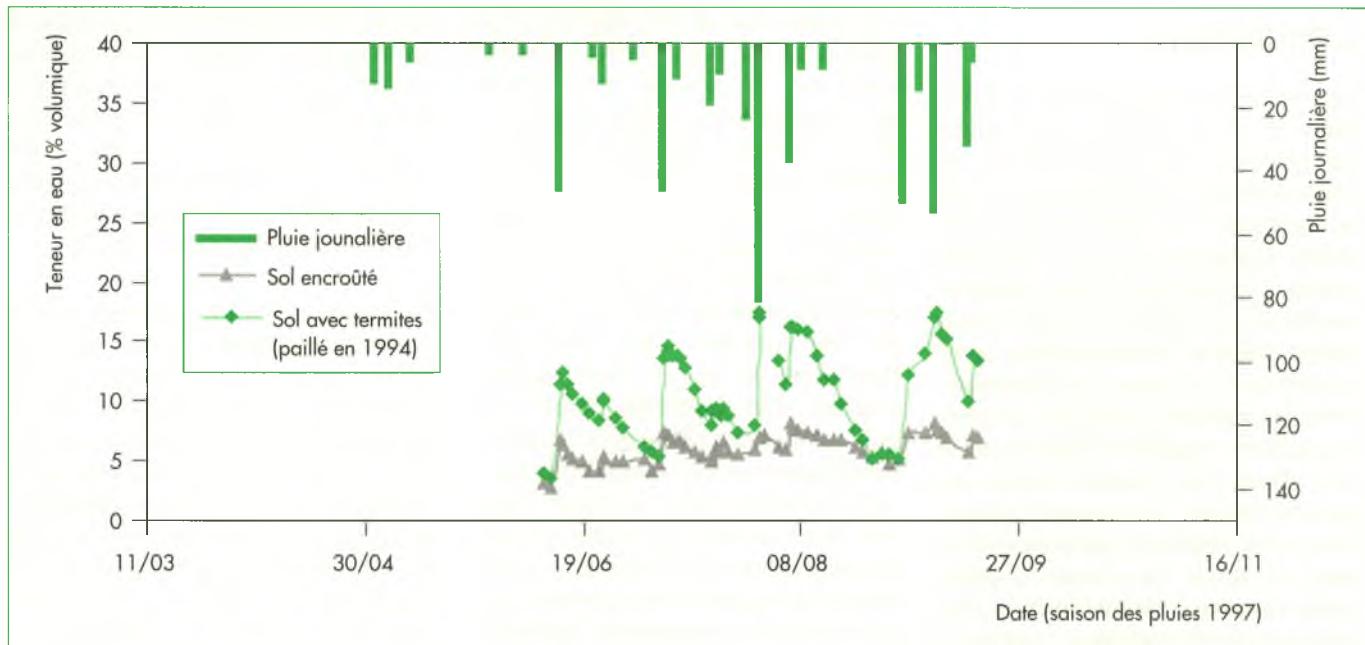


Figure 2. Evolution de la teneur en eau volumique des 60 premiers centimètres de sol, sur une saison des pluies, pour une parcelle témoin encroûtée et une parcelle paillée depuis 3 ans avec activité de termites, végétation et dépôts éoliens.

les parcelles avec apports éoliens dès la fin de la première année. A la fin de l'essai, les parcelles paillées (sans insecticide) non protégées du vent ont un recouvrement végétal tout à fait comparable à celui qui caractérise le milieu non dégradé, autour des croûtes d'érosion (30 % de recouvrement en moyenne) avec une composition floristique voisine. Un dénombrement des graines présentes dans 3 échantillons ( $0,3 \text{ dm}^3$ ) de sol encroûté et 3 échantillons de dépôts éoliens montre qu'il n'y a pas de différence significative pour les quantités de graines, mais que les dépôts éoliens sont significativement plus riches en espèces —  $6,7 \pm 3,1$  au lieu de  $2,3 \pm 0,6$  espèces par échantillon.

L'état des graines semble bien meilleur dans les dépôts éoliens que dans le sol encroûté. Ceci expliquerait pourquoi le développement de la végétation est beaucoup plus faible sur les parcelles avec activité des termites, mais protégées du vent, qui présentent pourtant des conditions hydriques très favorables au moins les deux premières années.

Le développement de la végétation joue un rôle fondamental dans le processus de restauration. L'apport de paille effectué la première année n'est

pas suffisant pour maintenir une activité de termites au delà de deux ans environ. Les parcelles traitées à l'herbicide, donc sans développement de la végétation, montrent une diminution de l'infiltration à partir de la troisième année, particulièrement lorsqu'il n'y a pas de dépôts éoliens. Le maintien de l'activité des termites, et donc de bonnes conditions hydriques, au delà de cette limite approximative,

est alors étroitement lié à la ressource supplémentaire en nourriture que constitue la végétation pionnière. Par ailleurs, la reprise du ruissellement provoque une érosion hydrique des dépôts éoliens qui ne sont pas fixés par la végétation pionnière et donc une rapide dégradation des parcelles où la croûte d'érosion d'origine, plus ou moins perforée par les termites, est parfois de nouveau mise à nue.

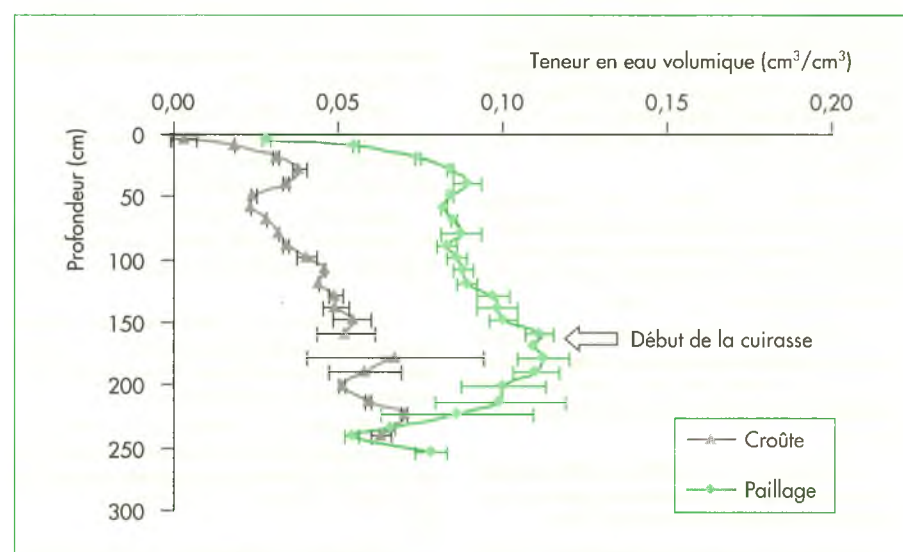


Figure 3. Profils de teneur en eau volumique pour un site témoin encroûté et un site paillé sans végétation ni dépôts éoliens. Le paillage a été effectué un mois seulement avant l'ouverture de la fosse.

## Conclusion

Les premiers résultats mettent en évidence les rôles respectifs de l'activité des termites, de l'accumulation de sables éoliens et du développement de la végétation pionnière sur les propriétés hydriques d'un sol encroûté soumis à un paillage. Suite au rétablissement de conditions hydriques favorables, obtenues très rapidement après le paillage à la faveur du développement des galeries de termites ouvertes à la surface, et grâce à l'apport par le vent d'une plus grande variété de graines fertiles, un couvert végétal dense et diversifié se met progressivement en place. Ce couvert végétal, même restreint, comme après la première année de traitement, permet le maintien de l'activité des termites et donc d'une forte infiltration.

Le rétablissement durable de conditions proches de celles des buttes sableuses qui entourent les zones

dégradées des jachères du Niger, est obtenu en 2 à 3 ans et pour un faible coût, car le paillage n'est réalisé qu'une seule fois, en début de jachère. Ainsi, activité biologique, dépôts éoliens et développement de la végétation sont étroitement associés pour assurer, en zone sahélienne et sur les sols sableux encroûtés étudiés, l'efficacité du paillage comme technique de restauration des propriétés hydriques du sol et d'un couvert végétal. Des quantités faibles de pailles telles que celles fournies par le développement de la végétation naturelle, suffisent pour provoquer l'activité des termites, principal facteur d'amélioration de l'infiltration. Cette observation permet de supposer que, pour restaurer les propriétés hydriques des sols encroûtés du Niger, les quantités de pailles à apporter peuvent être réduites et que la couverture maximale du sol n'est pas à rechercher comme lorsque le paillage est pratiqué dans le seul but de protéger la surface

du sol. D'un point de vue pratique, il semble que l'on puisse recommander un paillage, peu épais mais couvrant, des zones encroûtées, effectué une seule fois en début de jachère, juste avant la saison des pluies de manière à éviter une trop forte activité des termites avant les premières pluies.

Le rôle de la fertilité chimique due à l'activité biologique et aux apports éoliens est en cours d'étude, mais de nombreuses autres questions restent en suspens, particulièrement en ce qui concerne l'utilisation de cette technique dans des conditions différentes de celles du contexte de l'étude (type de sol différent, quantités de pailles disponibles, durées d'application, espèces de termites différentes...). Nous cherchons actuellement à comprendre et à modéliser les mécanismes de base observés afin de généraliser les résultats obtenus au Niger et d'optimiser cette technique selon son contexte d'application.

## Bibliographie

AMBOUTA J.M.K., VALENTIN C., LAVERDIER M.-R., 1996. Jachères et croûtes d'érosion au Sahel. *Sécheresse* 7 : 269-275.

BIELDERS C.L., RAJOT J.-L., KOALA S., 1998. Wind Erosion Research in Niger: The Experience of ICRISAT and Advanced Research Organizations. In SIVAKUMAR M.V.K., ZÖBISCH M.A., KOALA S., MAUKONEN T. (Eds), *Wind Erosion in Africa and West Asia: Problems and Control Strategies. Proceedings of the ICARDA/ICRISAT/UNEP/WMO Expert Group Meeting, 22-25 April 1997, Cairo, Egypt, ICARDA Aleppo, Syria, 198 p.*

BUSSIÈRE F., CELLIER P., 1993. Interception de la pluie par un mulch de feuilles de canne à sucre (*Saccharum officinarum*) : utilisation d'un dispositif de mesure automatisé pour le test d'un modèle. *Agronomie* 13 (1) : 35-43.

BUSSIÈRE F., CELLIER P., 1994. Modification of the soil temperature and water content regimes by a crop residue mulch: experiment and modelling. *Agricultural and Forest Meteorology* 68: 1-28.

CASENAVE A., VALENTIN C., 1989. Les états de surface de la zone sahélienne. Influence sur l'infiltration. Orstom, Paris, France, 229 p.

CHASE R., BOUDOURESQUE E., 1987. Methods to stimulate plant regrowth on bare Sahelian forest soils in the region of Niamey, Niger. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 18: 211-221.

CHASE R.-G., BOUDOURESQUE E., 1989. A study of methods for the revegetation of barren crusted sahelian forest soils. In ICRISAT (Ed.), *Soil, crop, and water management systems for rainfed agriculture in the Sudano-Sahelian zone*, ICRISAT Sahelian Center, Niamey, Niger, p. 125-135.

ELDRIDGE D.J., 1994. Nests of ants and termites influence infiltration in a semi-arid woodland. *Pedobiologia* 38: 481-492.

ELKINS N.Z., SABOL G.V., WARD T.J., WHITFORD W.G., 1986. The influence of subterranean termites on the hydrological characteristics of a Chihuahuan desert ecosystem. *Oecologia* 68: 521-528.

LEPAGE M., 1983. Foraging of *Macrotermes* spp. (Isoptera : macrotermitinae) in the tropics. In JAISSE P. (Ed.), *Social insects in the tropics*, université Paris Nord, France, p. 205-218.

MANDO A., STROOSNIJDER L., BRUSSAARD L., 1996. Effects of termites on infiltration into crusted soil. *Geoderma*, 74: 107-113.

QUEDRAOGO P., 1997. Rôle des termites dans la structure et la dynamique d'une brousse tigrée soudano-sahélienne. Thèse de doctorat, université Paris 6, France, 282 p.

PAPENDICK R.I., PARR J.-F., MEYER R.E., 1990. Managing crop residues to optimize crop/livestock production systems for dryland agriculture. *Advances in Soil Science* 13: 253-272.

SEGHIERI J., FLORET C., PONTANIER R., 1994. Development of an herbaceous cover in a Sudano-Sahelian savanna in North Cameroon in relation to available soil water. *Vegetatio* 114: 175-184.

UNGER P.W., 1990. Conservation tillage systems. *Advances in Soil Science* 13: 27-68.

VAUCLIN M., 1983. Méthodes d'étude de la variabilité spatiale des propriétés d'un sol. In *Variabilité spatiale des processus de transfert dans les sols*, Avignon, 24-25 juin 1982. Inra, Versailles, France, p. 9-43.

## Résumé... Abstract... Resumen

J. LEONARD, J.-L. RAJOT — **Effets induits du paillage post-culturel d'un sol sableux encroûté au Sahel. Conséquences sur l'amélioration de son fonctionnement hydrique.**

C'est sur les sols sableux que repose la totalité de la production de mil au sud-ouest du Niger, en climat sahélien. Le système de culture y est fondé sur l'alternance champ/jachère. Durant la mise en culture on assiste à la formation de croûtes d'érosion stériles, sous l'action conjuguée du vent et de la pluie. Ces croûtes, presque imperméables à l'eau, se maintiennent longtemps dans les jachères où elles représentent une partie importante de la surface (10 à 50 %). Nous avons testé une pratique traditionnelle de restauration de ces sols encroûtés, le paillage, encore peu utilisée au Niger. Trente parcelles de ruissellement (1 m<sup>2</sup>) furent suivies durant quatre ans (1994-1997), sous pluies naturelles, dans le cadre d'un dispositif expérimental de type split-plot. L'objectif était de quantifier l'influence du paillage sur l'infiltration et le stock en eau en différenciant l'effet de l'activité des termites, des apports sableux éoliens et de la reprise végétale. Les résultats montrent le rôle prépondérant des termites avec une amélioration d'un facteur deux à trois de l'infiltration et une augmentation du stock d'eau dès le début de la saison des pluies. On observe également que les dépôts éoliens favorisent un stockage d'eau à la surface du sol et le développement de la végétation qui, une fois établie, permet de maintenir les processus à l'œuvre en constituant une source de nourriture pour les termites. Il apparaît ainsi qu'un paillage réalisé sur les zones dégradées, après l'abandon du champ, est une pratique très efficace pour régénérer rapidement leur fonctionnement hydrique permettant ainsi de réduire la durée des jachères dans un contexte de pression croissante sur les terres cultivées.

Mots-clés : paillage, infiltration, termite, dépôt éolien, restauration du sol, sol encroûté, jachère, sol sableux, bilan hydrique, Niger.

J. LEONARD, J.-L. RAJOT — **The effects of post-harvest mulching on an encrusted sandy soil in the Sahel. Impact on improving water supply capacity.**

All of the millet produced in southwestern Niger, with its Sahelian climate, is grown on sandy soils. The cropping system is based on alternating crops with fallow. On planting, wind and rain erosion causes sterile crusts, which are virtually impermeable to water and persist for some time on fallow land, where they represent a major share of the topsoil (10 to 50%). We tested a traditional way of restoring encrusted soils, mulching, which is not widely used in Niger as yet. Thirty plots subject to runoff (1 m<sup>2</sup>) were monitored for four years (1994-1997), with natural rainfall, in a split-plot type experimental design. The aim was to quantify the impact of mulching on infiltration and water reserves, by differentiating between its effect and those of termites, windborne sand and plant growth. The results demonstrated the dominant role of termites, with a two-to-threefold increase in infiltration and improved water reserves right from the start of the rainy season. We also saw that windborne deposits favoured water storage in the topsoil and plant growth, and that once established, the vegetation maintained the process by providing a food source for termites. Mulching degraded areas after harvesting would thus seem to be a highly effective way of rapidly regenerating their water supply capacity, thus reducing the length of fallow required, in the face of increasing pressure on cultivated land.

Keywords: mulching, infiltration, termite, windborne deposit, soil restoration, encrusted soil, fallow, sandy soil, water balance, Niger.

J. LEONARD, J.-L. RAJOT — **Efectos inducidos del empajado post-culturel de un suelo arenoso con incrustación en Sahel. Consecuencias sobre el mejoramiento de su funcionamiento hidrico.**

Es en suelos arenosos que se apoya la totalidad de la producción de mijo en el suroeste de Niger, en clima saheliano. El sistema de cultivo se fundamenta en la alternancia campo/barbecho. Durante la puesta en cultivo se asiste a la formación de incrustaciones de erosión estériles, bajo la acción conjugada del viento y de la lluvia. Estas incrustaciones, casi impermeables al agua, se mantienen mucho tiempo en los barbechos donde representan una parte importante de la superficie (del 10 al 50%). Hemos sometido a prueba una práctica tradicional de restauración de estos suelos con incrustación, el empajado, aún poco utilizada en Niger. Se estudiaron treinta parcelas de arroyada (1 m<sup>2</sup>) durante cuatro años (1994-1997), bajo lluvias naturales, en el marco de un dispositivo experimental de tipo split-plot. El objetivo era cuantificar la influencia del empajado sobre la infiltración y el depósito de agua al diferenciar el efecto de la actividad de los comejenes, de los aportes arenosos eólicos y de la reactivación vegetal. Los resultados muestran el papel preponderante de los comejenes con un mejoramiento de un factor dos a tres de la infiltración y un aumento del depósito de agua a partir del principio de la temporada de lluvias. También se observa que los depósitos eólicos favorecen una provisión de agua en la superficie del suelo y el desarrollo de la vegetación que, una vez establecida, permite mantener los procesos en obra al constituir una fuente de alimento para los comejenes. Asimismo resulta que un empajado realizado en zonas deterioradas, después del abandono del campo, es una práctica muy eficaz para regenerar rápidamente su funcionamiento hidrico permitiendo asimismo reducir el tiempo de barbechos en un contexto de presión creciente en las tierras cultivadas.

Palabras-claves: empajado, infiltración, comején, depósito eólico, restauración del suelo, suelo con incrustación, barbecho, suelo arenoso, balance hídrico, Niger.