

**EVOLUTION DES ETATS DE SURFACE D'UN "Zipellé" SOUMIS A DIFFERENTES
TECHNIQUES DE RESTAURATION DES SOLS.
(YILOU, BURKINA FASO)**

KAMBOU N. Frédéric, ZOUGMORE Robert B., Institut d'Etudes et de Recherches agricoles
(IN.E.R.A.), 03 BP 7192 Ouagadougou 03, Fax: (226) 31 92 06 ou 34 02 71

Résumé

Sur un glacis dénudé d'un bassin versant du fleuve "Nakambé" (ex Volta Blanche), un dispositif d'étude des techniques locales de restauration des sols dénudés (cordons de pierre, "zaï" ou poche d'eau, paillage) a été installé en vue de suivre l'évolution des paramètres physico-chimiques du sol en surface, induite par ces méthodes culturales. Le but final est de récupérer ces "zipellé" ou clairières pour la culture de céréales (mil, sorgho). La qualité hydrique de ces sols étant en grande partie tributaire de l'état de surface (présence quasi générale de croûtes d'érosion), il s'avérait intéressant de suivre l'évolution au fil des interventions culturales des surfaces élémentaires identifiées depuis le démarrage de l'étude. Ainsi, il a été observé deux ans après, que le cordon pierreux, en freinant le ruissellement, a occasionné à son amont une sédimentation des particules fines du sol (argiles, limons et sables fins), formant une bande relativement importante de croûtes de décantation; l'humidité du sol qui y est conservé pendant longtemps favorise une réinstallation progressive de la végétation herbacée. En outre, des micro-profilés décrits sur des surfaces homogènes ont permis de voir le lien entre la technique étudiée et l'état de surface rencontré. Ainsi, on a constaté que l'impact de la technique sur l'évolution de l'état de surface semble primordial dans la rapidité de récupération du sol. La technique du zaï associé au paillage permet une réinstallation assez remarquable de la végétation une année après la mise en culture. En ce qui concerne les rendements, on a constaté qu'en première année, la production de grains a été très faible voire nulle pour certains traitements; cependant, la production de paille s'est située entre 1000 et 2000 kg/ha dans tous les traitements à base de zaï, et à moins de 300 kg/ha dans les autres. Tous les traitements sauf le semis direct ont donné des rendements en grains supérieurs à 600 kg/ha les autres années. On peut conclure que, les deux techniques de récupération (zaï, paillage), permettent d'obtenir des niveaux de production céréalière acceptables à l'échelle locale (moyenne = 800 kg/ha) surtout si l'on tient compte du fait qu'il s'agit là de terres difficilement exploitables dans les conditions paysannes.

Mots clés: Etats de surface, zipellé, zaï, cordon pierreux, ruissellement

Introduction

Dans les zones Centre et Nord du Burkina Faso, la dégradation accentuée des sols du fait des phénomènes naturels (climat) et anthropiques (systèmes cultureux non conservateurs), a entraîné la formation de glacis dénudés (Michel G. et Albergel J., 1989, cité par Somé, 1993) dont l'importance devient inquiétante devant la forte pression foncière que connaît ces régions (75 hbts / km²). Selon une évaluation de l'INERA (1994), environ 24% des terres arables du pays sont fortement dégradées et menacent de nuire à la qualité du milieu naturel et à la sécurité alimentaire à moyen et long termes. Ces clairières ou zones blanches appelées aussi "zipellé", sont caractérisées par l'existence en surface d'une croûte d'érosion qui empêche toute infiltration d'eau dans le sol. De plus , sous l'effet des fortes intensités de pluie rencontrées (plus de 80 mmh⁻¹ pour certaines tomares), les sols déjà pauvres en matières organiques (Sédogo, 1983) et mal protégés par une végétation peu développée ont tendance à subir des réorganisations superficielles qui limitent considérablement l'infiltration (Casenave et Valentin, 1989). La végétation a disparu et l'absence de rugosité à la surface est un handicap important pour l'amélioration des caractéristiques hydrodynamiques du sol.

Devant une telle situation d'insuffisance de terres cultivables, les paysans ont développé des initiatives pour pouvoir casser la croûte de battance et exploiter un temps soit peu ces clairières. Ainsi, le zai, le paillage, le cordon de pierres, les bandes de végétation, etc., sont des techniques de plus en plus usitées par les développeurs (ONG, projets de développement, organismes publics), pour la conservation des eaux et des sols au Burkina (Rapport d'évaluation FIDA N°0172.BF, 1987; Vlaar, 1992). Il était nécessaire que la recherche intervienne pour suivre l'impact de ces techniques sur l'amélioration ou non des caractéristiques physico-chimiques des premiers centimètres du sol dans la perspective de faire ressortir les tendances qui favoriseraient une restauration plus rapide et plus efficiente du sol. Dès lors, l'intérêt d'étudier l'hydrodynamique du sol aussi bien sur les plans agronomique que pédologique se justifie; c'est dans ce cadre que s'inscrit le présent travail dont l'un des volets a consisté en un suivi de l'évolution durant trois saisons, des croûtes d'érosion de départ suivant les techniques culturelles appliquées; car selon Casenave et Valentin (1989), en Afrique sahélienne, c'est l'absence d'eau ou son insuffisance qui constitue un des principaux facteurs limitants du développement.

1 Méthodologie

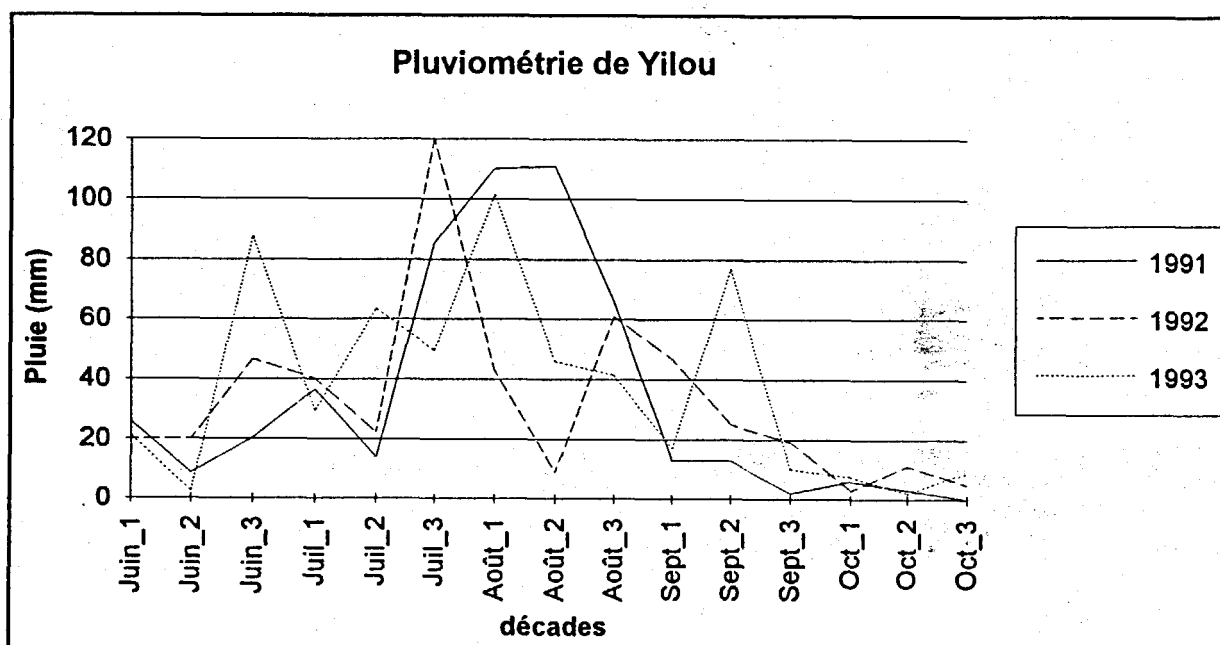
11 Le cadre d'étude

Le village de Yilou où est installé le dispositif d'étude, est situé dans la région centre du Burkina, à 75 km au nord sur l'axe Ouagadougou - Kongoussi. Les coordonnées géographiques sont:

Latitude nord : 13°03

Longitude ouest : 01°54

Le climat est de type sahélo-soudanien marqué par une faible pluviométrie de l'ordre de 600 mm en moyenne par an. Cette zone climatique est caractérisée par une forte dégradation des ressources naturelles liée à une mauvaise répartition spatio-temporelle des précipitations, au surpâturage, et à l'accroissement démographique. Les effets néfastes du ruissellement, de l'érosion hydrique et éolienne conduisant à une migration des matériaux vers les bas-fonds, ont contribué à un appauvrissement sévère des sols au niveau du moyen glaciais.



Le dispositif d'étude situé sur un terrain dénudé dont la pente est de 2%, comprend:

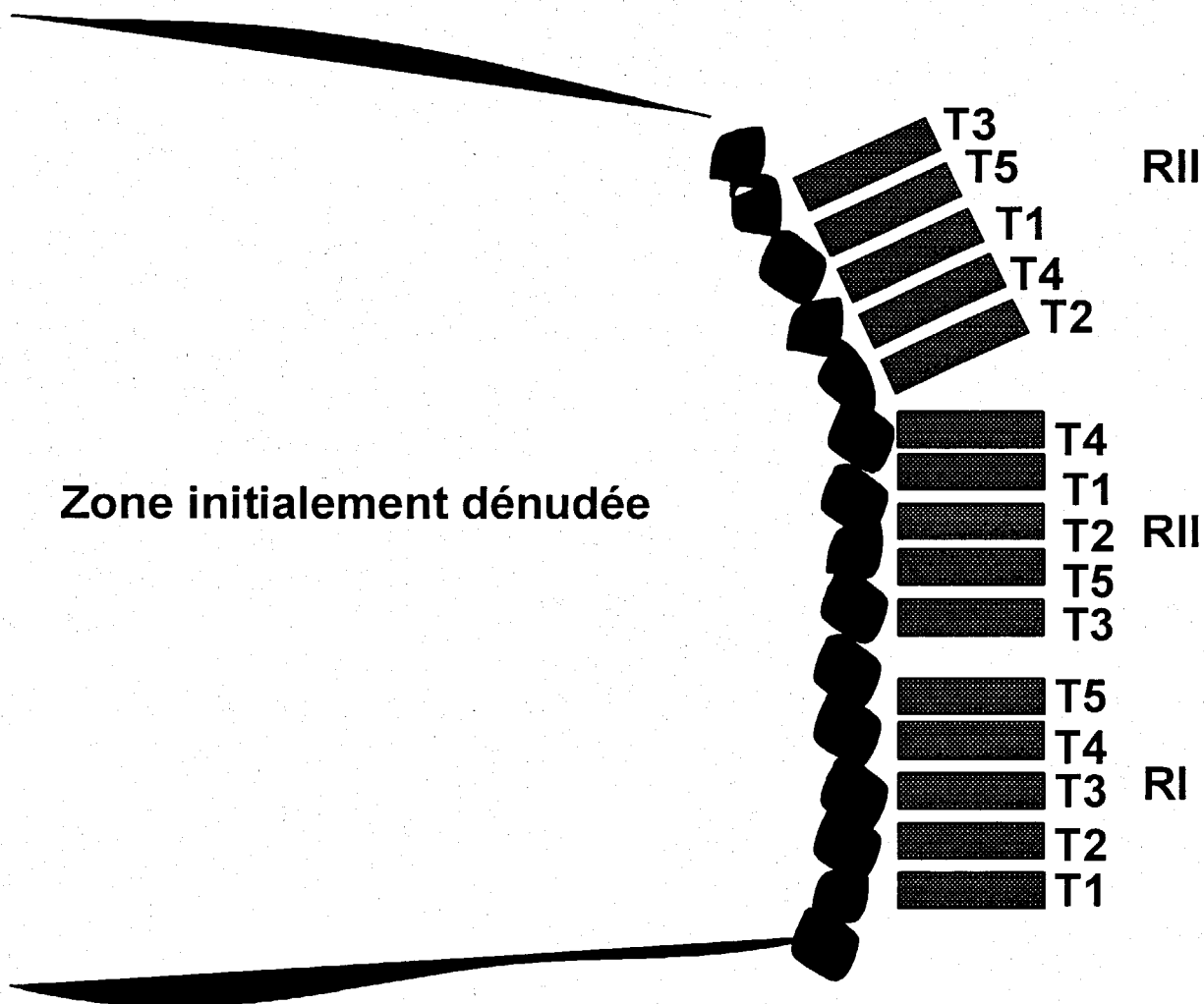
- un cordon pierreux long de 92 mètres, installé perpendiculairement à la pente sur courbe de niveau,

- un bloc de fisher à trois répétitions situé en aval du cordon et comprenant cinq traitements:

- T0: témoin absolu
- T1: zaï en lignes
- T2: zaï en lignes décalées
- T3: zaï associé au paillage
- T4: paillage seul

Les traitements sont les mêmes sur toutes les parcelles durant les trois années. Une variété de petit mil (*Pennisetum typhoides*) résistante à la sécheresse (IKMV-8201) a été semée selon la densité de 80cm X 40 cm; la paille de mil est coupée et étalée en surface sur chaque parcelle à la fin de récolte.

Schéma du dispositif



12 Description

Elle a consisté dans un premier temps en une description des états de surface en 1992, 1993 et 1994 pendant la saison sèche. Les clés de détermination des *mops* et des types de surface élaborées par Casenave et Valentin (1989) ont servi de guide. En amont du cordon pierreux où l'on a considéré un transect orienté parallèlement à la plus grande pente du milieu, cinq surfaces homogènes ont été identifiées et décrites. Pour permettre une étude diachronique, une cartographie complète du terrain a été réalisée. Dans un second temps, il a été réalisé des microprofils sur chaque surface homogène en vue de délimiter les différents microhorizons.

Au niveau de l'essai agronomique, on a procédé à une description des surfaces élémentaires et de la structure grossière dans chaque traitement. Un dépouillement informatique par la suite a permis de délimiter les différents états de surface et leur progression durant les deux saisons.

2 Résultats et discussions

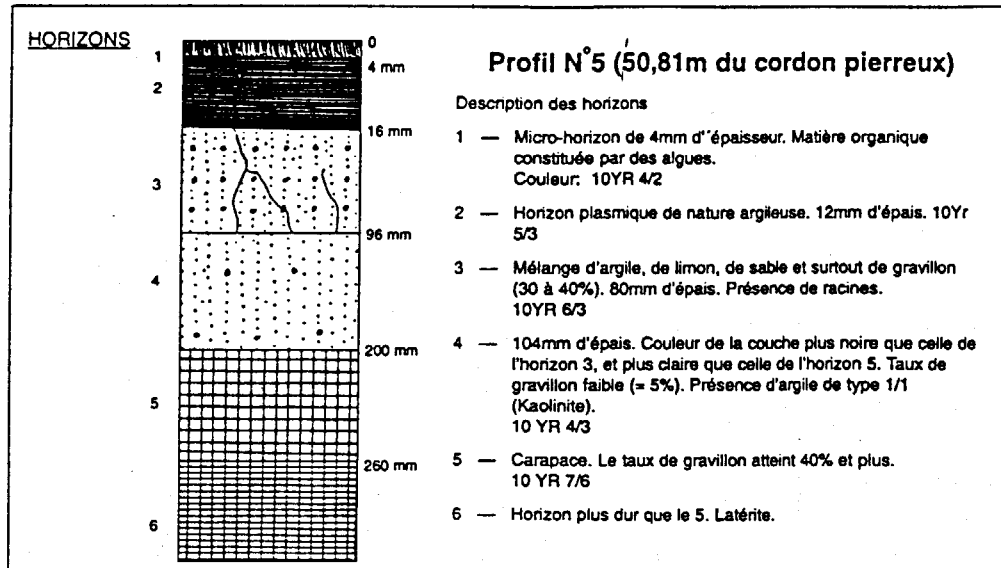
21 Evolution dans le temps des états de surface à l'amont du cordon pierreux

211 Situation de départ

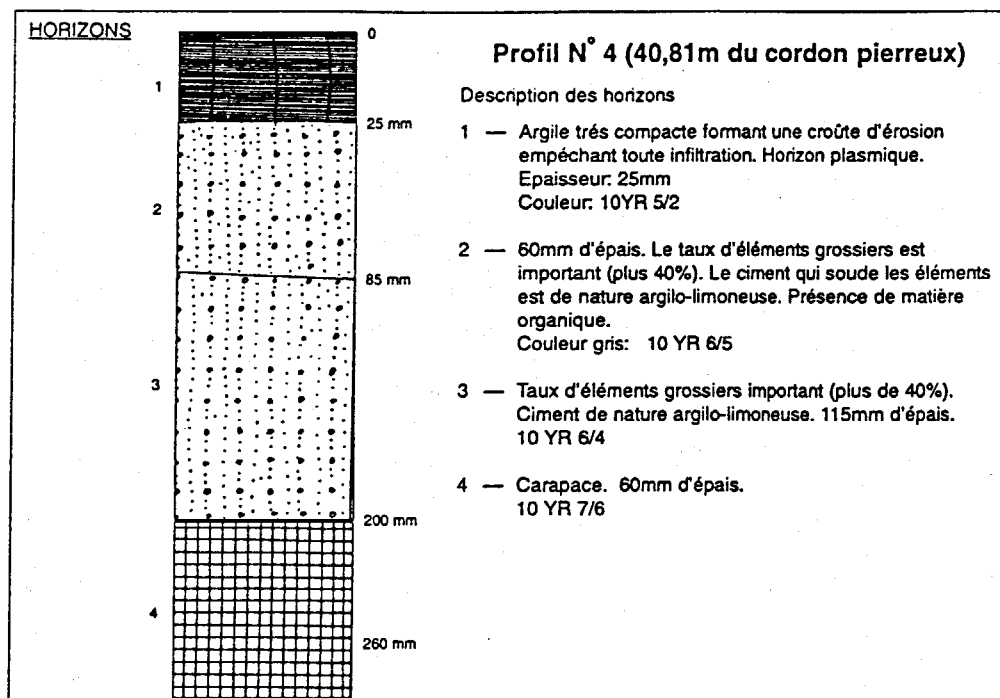
Le cordon de pierre a une longueur totale de 92 m; la description en saison sèche 1992 a donné les résultats suivants:

Quatre surfaces homogènes sur un milieu non cultivé, ont été d'abord identifiées sur le transect:

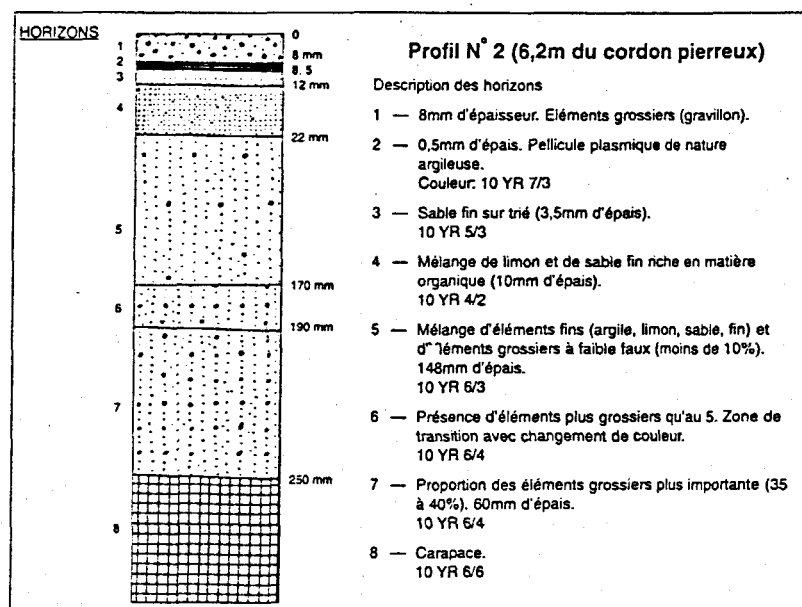
- au point le plus haut (51 m du cordon pierreux et au delà), on distingue une plage de surface de type TERMITE-VERS marquée par la présence de placages de récolte termites et de turricules de vers en proportion moyenne; le tapis graminéen à *Loudetia togoensis* y est abondant et l'on observe en surface une couche d'environ 4 mm d'épaisseur d'algues morts donnant une couleur gris-foncée (cf. profil n°5); le micro horizon sous-jacent est de nature plasmique (12 mm).



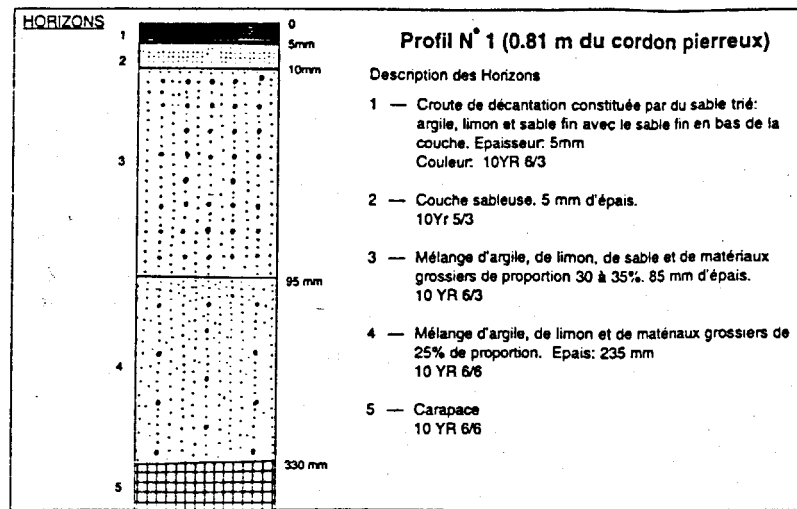
- à 40 m du cordon, c'est plutôt une surface ERO qui se distingue sur une superficie d'environ. C'est la superficie la plus importante en terme de proportion. La croûte d'érosion en surface est de texture a dominance argileuse et forme un micro horizon unique de 25 mm à partir de la surface.



- non loin du cordon, à 6 m environ de ce dernier, on rencontre un pavage de graviers ferrugineux avec un taux de couverture atteignant 40 %; les éléments grossiers sont par endroit enchâssés dans la pellicule plasmique, libres et facilement déplaçables dans d'autres endroits. Cette surface de type GROSSIERE se distingue assez nettement des surfaces typiquement ERO; les éléments grossiers sont incrustés dans une pellicule plasmique assez épaisse. Selon Casenave et Valentin (1989), ce mulch d'éléments grossiers peut freiner l'énergie des gouttes de pluie et permettre une protection du sol contre la forte battance.

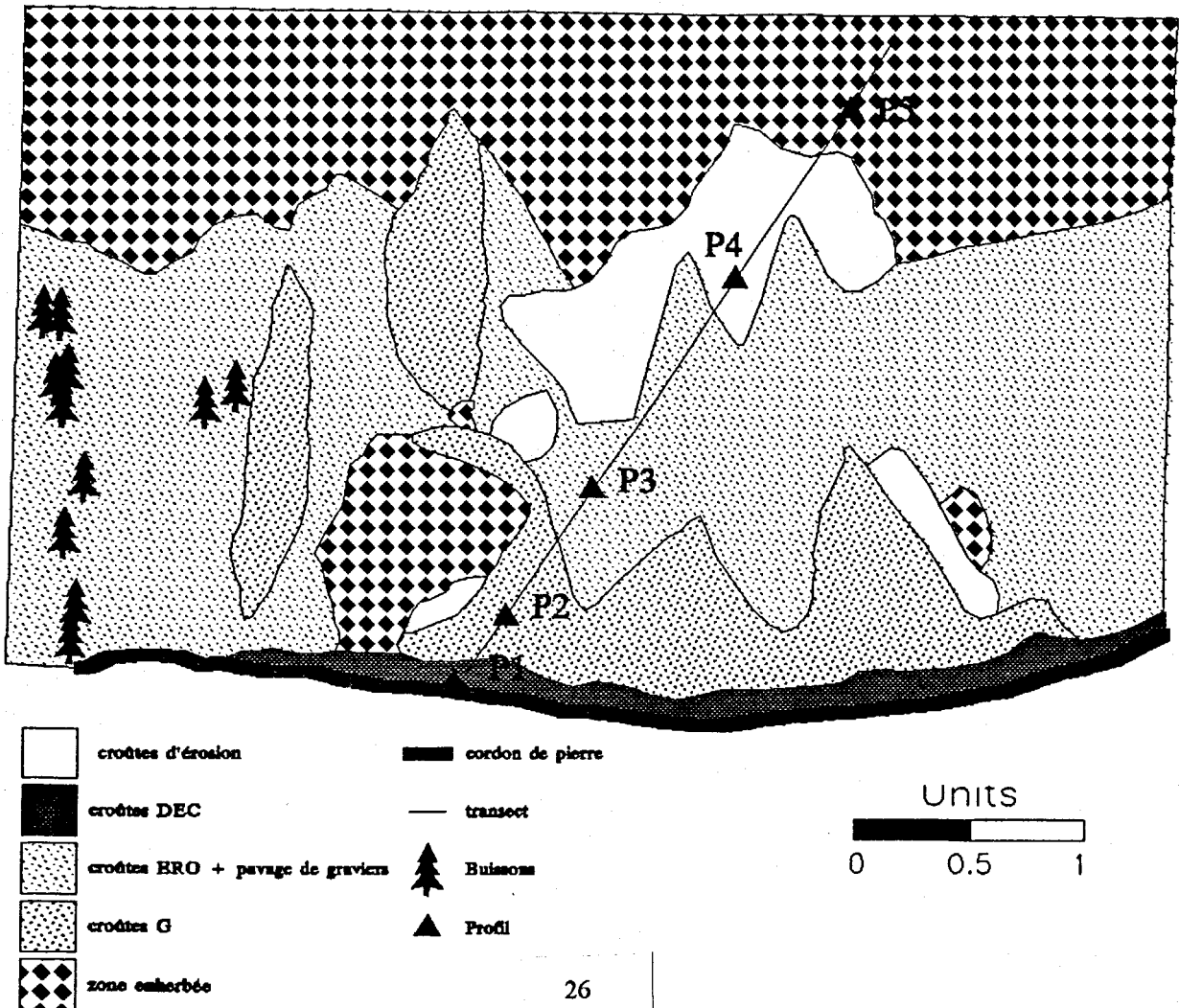


- enfin à proximité immédiat du cordon (1 mètre), on rencontre une surface de type DECANTATION, marquée par la présence d'un microhorizon plasmique à structure fragmentaire en polygones délimitant des squames (plaquettes plus ou moins rebroussées). Elle s'est formée par le biais des transferts des particules fines du sol depuis l'amont par les eaux de ruissellement; le ralentissement de la lame de ruissellement à l'amont du cordon entraîne alors une sédimentation des éléments du sol. Ce type de croûte a une teneur généralement plus importante en matière organique que les autres (Zougmoré, 1991), ce qui pourrait expliquer la rapidité de restauration de la végétation herbacée à ce niveau. En outre, les propriétés physiques dans cette partie du sol pourraient être favorables à une reprise assez rapide de la végétation (taux d'infiltration, hygroscopicité, porosité,..)



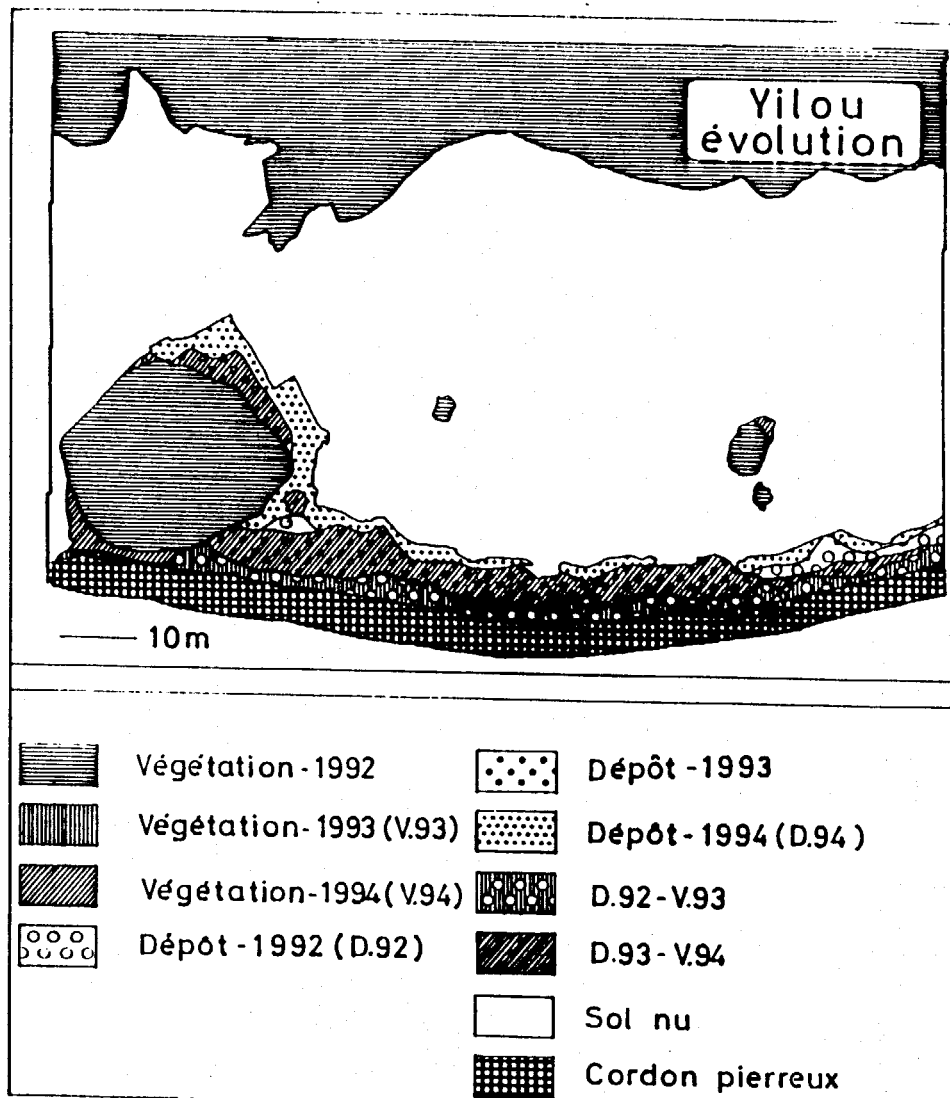
En somme, il y a une situation généralisée de surfaces très encroûtées matérialisée par la présence de croûtes ERO assez épaisses en surface avec quelques fois un pavage de graviers ferrugineux en proportion variable d'une zone à l'autre selon la dynamique de transport.

Etats de surface à l'amont du cordon pierreux (Yilou, 1992)



212 Situation comparée deux ans plus tard

Les descriptions réalisées en saison sèche 1993 et 1994 ont montré les évolutions suivantes



- Au niveau du profil 1, la surface de type DEC est maintenant enherbée tandis qu'en amont le processus de sédimentation s'est poursuivi pour donner une bande de dépôt beaucoup plus large qu'en 1992. Certains arbustes (*Piliostigma reticulatum*) sont même en train d'émerger du sol entre les blocs de pierre; il s'agit certainement de graines transportées en ces lieux par le ruissellement et qui ont bénéficié de conditions favorables pour leur germination. La progression des surfaces DEC semble assez rapide si l'on compare les superficies par période (cf. tableau 1).

- Beaucoup plus en amont (profil 4), on constate que les éléments grossiers sont devenus plus abondants, donnant une surface dominante de type GROSSIERE parsemée par quelques plages de croûtes d'EROSION; ces graviers ferrugineux proviennent des transferts par l'eau de ruissellement depuis le haut de pente.

Tableau n° 1: Evolution dans le temps des superficies de chaque type de surface
(en % de la superficie totale couverte)

Type d'état de surface	Superficie en 1992 $S_{initiale}$	Superficie en 1993	Bilan en 93
TYPE ERO	66,35	27,88	- 38,47
TYPE DEC	03,89	07,25	+ 03,36
TYPE G	23,19	52,91	+ 29,72
TAPIS HERBACE	06,56	11,95	+ 05,39

Ces différents états de la surface du *zipellé* semblent s'expliquer par la dynamique de transport dans le sens horizontal des particules du sol depuis la zone amont du bassin versant: le sol étant très peu perméable, l'importance du phénomène de transport dépendra de l'intensité de la pluie, laquelle influence considérablement la rapidité avec laquelle se forme la lame de ruissellement ainsi que sa vitesse d'écoulement (Roose, 1981; Guillobez et al.; Casenave et Valentin, 1989). L'existence du cordon pierreux est aussi un facteur important dans la redistribution des particules déplacées dans la mesure où il constitue un obstacle filtrant au ruissellement; en effet, en freinant le ruissellement, le cordon permet un dépôt selon la taille et le poids des éléments; c'est-à-dire que les particules assez lourdes telles que les graviers ferrugineux sont moins susceptibles aux transferts solides que les sables fins, les limons et les argiles. Cela explique d'ailleurs la formation des croûtes de DECANTATION juste à l'amont du cordon de pierres et les surfaces GROSSIERES un peu plus haut.

22 Evolution diachronique des états de surface selon les techniques culturales d'économie de l'eau

221 Situation de départ

Les cinq traitements de l'essai ont été décrits:

Témoïn

Il est caractérisé par une surface de type EROSION prédominante. On y rencontre quelques plages où la charge grossière est relativement importante (25 %), mais insuffisante pour constituer une surface de type GROSSIERE.

Zaï

On rencontre à ce niveau une surface de type **ST2** avec une pellicule structurale à deux microhorizons; la macroporosité y est toujours existante et l'on distingue en surface une croûte ST2 comprenant un microhorizon de sable grossier légèrement pris en masse, recouvrant une pellicule plasmique. Cependant, entre les trous de zaï, les surfaces de type EROSION sont dominantes avec une charge grossière peu importante (10 %). La présence au niveau du trou de zaï d'une macroporosité et aussi d'une rugosité notable sera plus favorable à la détention superficielle de l'eau et au maintien d'une humidité plus durable que sur les plages de croûtes d'EROSION où la surface du sol est compactée.

Zaï en quinconce

On observe au niveau du trou des surfaces de type ST2; mais dans les espaces inter zaï, on constate à la différence du zaï simple, une forte prédominance de surfaces GROSSIERES qui, si elles jouent leur rôle de mulch, permettraient une meilleure infiltration des eaux de pluie au profit des plants.

Paillage pur

Sur ce traitement, on a observé une activité mésofaunique importante mais qui s'est malheureusement limitée au niveau de la paille; ce qui n'a pas encore permis une réorganisation profonde du sol sous jacent. Néanmoins, leur activité conjuguée à l'humidité permanente gardée par le mulch pailleux ont créé une macroporosité peu importante matérialisée par la présence d'orifices divers et de turricules de vers.

Zai + paillage

Au niveau de cette combinaison de techniques, on rencontre pratiquement le même type d'état de surface que sur le traitement paillage avec la différence que la rugosité est plus importante sur le traitement zai + paillage. En effectuant le transect, on se rend compte que la macroporosité est considérable (près de 10 à 15 %) sous la paille. On est proche d'un état de surface de type TERMITE-VERS (TV); mais l'activité des termites n'étant pas très importante (faible proportion de placages de récoltes de termites), on ne peut affirmer qu'il s'agit d'une surface TV.

On remarque de façon générale au niveau des traitements paillage et surtout zai + paillage que l'état de surface du sol est plus propice à un meilleur stockage de l'eau car en plus de la rugosité liée à la présence de la paille qui freine le ruissellement, l'activité mésofaunique améliore le statut organique du sol qui voit alors ses potentialités hydriques et physiques augmenter en faveur de la culture en place.

222 Situation comparée deux ans plus tard

L'observation des états de surface en saison sèche 1994 a montré une évolution très nette des propriétés du sol. En effet, en dehors des parcelles témoins où les croûtes ERO sont toujours prédominantes, on rencontre des surfaces ST1 ou ST2 sur les traitements zai et/ou paillage. La végétation herbacée a repris partout et les adventices ont envahi les trous de zai après la récolte. Le sol n'a plus son aspect compact en surface et la restitution annuelle des résidus de récolte a permis de constituer maintenant un mulch efficace contre la battance des pluies mais aussi une source de carbone pour la faune du sol désormais abondante. La réouverture des trous de zai et la restitution de la paille durant trois années successives ont entraîné une modification des caractéristiques physico-chimiques et hydrodynamiques du sol en surface. Des mesures plus fines (porosité, infiltrabilité, permettront de vérifier ces modifications de l'état du sol en surface.

23 Evolution des rendements

Le tableau n°2 présente les rendements moyens par traitement et par an

Tableau n°2: Evolution des rendements du mil par traitement

TRAITEMENT	RENDEMENT GRAINS (en kg/ha)				RENDEMENT PAILLE (en kg/ha)			
	1991	1992	1993	1994	1991	1992	1993	1994
Témoin absolu	0	161	253	200	0	539	777	570
Zaï aligné	86	722	876	173	987	1170	1453	480
Zaï en quinconce	121	1084	1109	64	1854	2358	2328	174
Zaï + paillage	118	1553	680	153	1142	2084	914	485
Paillage	0	1334	829	118	73	2038	1553	448
MOYENNE	65	971	749	86	811	1638	1638	431
PLUIE (mm)	514	492	565	800	514	492	565	800

Ces résultats montrent que pour les trois années d'essai, les techniques de zaï et/ou de paillage augurent des rendements céréaliers nettement plus intéressants que le semis direct (témoin); les productions sont très faibles en première année de récupération agronomique mais dès la deuxième année, on obtient des quantités de grains et de paille supérieures à la production moyenne généralement connue dans la zone : 800 kg/ha de grains. On constate également qu'au bout de trois ans de mise en culture, les rendements ont tendance à s'homogénéiser (il n'y a plus de différence significative entre les traitements); cela s'expliquerait par l'évolution des états de surface qui s'est traduite par une amélioration des caractéristiques des premiers centimètres du sol. En hivernage 1994 où la pluviométrie a été excédentaire, on a assisté à des inondations temporaires notamment au niveau des trous de zaï, ayant entraîné une mauvaise croissance et des rendements faibles de la culture de petit mil.

Conclusion

L'évolution des états de surface en amont du cordon pierreux s'est traduite par une amélioration de la structuration superficielle du sol, qui a permis une recolonisation progressive du zipellé par la végétation herbacée. Après trois années d'étude, on a constaté que l'application des techniques de paillage de surface et / ou de zaï a abouti à la récupération du zipellé initialement très encroûté pour une culture de subsistance. Les rendements céréaliers bien que faibles, sont croissants au fil des ans et montrent qu'il est possible, dans les conditions particulières du Plateau Central du Burkina, de considérer ces techniques traditionnelles que sont le zaï et le paillage comme des pratiques pouvant contribuer à la l'augmentation des superficies cultivables par la restauration des sols dénudés.

Bibliographie

- Casenave A., Valentin C., 1989. Les états de surface de la zone sahélienne. Influence sur l'infiltration. ORSTOM, CEE, Paris 227p.
- FIDA., 1987. Rapport d'évaluation du PS/CES/AGF dans le Plateau Central du Burkina Faso; n°0172-BF; 58 p + annexes.
- Guillobez S., Zougmore R., Kaboré S.B., 1993. L'érosion en Afrique soudanienne; confrontation des points de vue des chercheurs et des paysans; séminaire SCOPE nov. 1993. Dakar, 17p.
- DeBoer L.J., Boffa J.M., Dickey J., Robins E., 1994. Recherches Intégrées en Production Agricoles et en Gestion des Ressources Naturelles. Projet ARTS-BF - Univ. de Purdue; rapport technique, 421p.
- Roose E., 1981. Dynamique actuelle de sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux de l'Afrique occidentale. Etude expérimentale des transferts hydrologiques et biologiques de matières sous végétations naturelles ou cultivées. ORSTOM, Paris, Collection travaux et Documents, n°130, Thèse d'état ORLEANS, 569 p.
- Sédogo M., 1993. Evolution des sols ferrugineux lessivés sous culture: incidence des modes de gestion sur la fertilité. Thèse Docteur es sciences, Univ. Nat. de Côte d'Ivoire. 332p.
- Somé D., 1993. Evolution des sols dénudés dans deux terroirs de la province du Passoré et récupération par la technique du "zaï"- Résultats préliminaires. Mémoire IDR, Univ. de Ouagadougou; 86p + annexes.
- VLAAR J.C.J., 1992. Les techniques de conservation des eaux et des sols dans les pays du sahel. CIEH/UAW; 99p.
- Zougmore R., 1991. Contribution à l'étude du ruissellement et de l'érosion à la parcelle; influence des paramètres principaux: Précipitations, Rugosité du sol, Etats de surface, Humidité du sol en surface. Mémoire IDR; Univ. de Ouagadougou; 89p.

**RESEAU
EROSION**



Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION

Pour citer cet article / How to cite this article

Kambou, F. N.; Zougmoré R. - Evolution des états de surface d'un "zipellé" soumis à différentes techniques de restauration des sols (Yilou, Burkina Faso), pp. 19-32, Bulletin du RESEAU EROSION n° 16, 1996.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : beep@ird.fr