

23

Dégradation des vertisols dans le Nord-Cameroun : modification du régime hydrique des terres et tentative de réhabilitation

L. SEINY BOUKAR⁽¹⁾, Ch. FLORET⁽²⁾, H. MOUKOURI KUOH⁽³⁾,
R. PONTANIER⁽⁴⁾

⁽¹⁾ IRA/CNS, Maroua, Cameroun.

⁽²⁾ CEPE/CNRS, Montpellier, France.

⁽³⁾ IRA/CNS, Yaoundé, Cameroun.

⁽⁴⁾ ORSTOM, Tunis, Tunisie.

Dans la zone soudano-sahélienne du Cameroun qui s'étend du 9^e au 13^e parallèle Nord, l'agriculture est particulièrement du type pluvial avec pratique de jachère, de brûlis et abandon des terres dégradées. La surexploitation des ligneux pour le bois de chauffe et l'élevage extensif avec pratique de feux de brousse ajoutent à la dégradation générale des ressources renouvelables. L'importance de cette dégradation varie selon les types de sol, le mode d'exploitation et la dynamique de population (croissance annuelle pouvant atteindre 1,5 %, migrations des populations des montagnes vers les plaines plus attractives).

Le climat est caractérisé par des pluies relativement abondantes (500 à 1 000 mm/an) mais dont les averses individuelles particulièrement violentes (jusqu'à 140 mm/h en 10 mm) et irrégulières rendent la production agricole incertaine dans cette région où, par ailleurs, l'évaporation est intense (ETP Penman supérieure à 1 800 mm).

La diversité pédologique se traduit par des comportements hydrodynamiques très différents : infiltration et capacité de stockage de l'eau des sols très variables,

redistribution très inégale de l'eau aux plantes selon les sols, érosion différentielle, etc.

L'objet de cet article concerne les conséquences de la dégradation des sols de la série vertisolique sur leur régime hydrique. Ce travail a été effectué par le Centre National des Sols (IRA Cameroun) et a été financé par la Communauté Européenne. Il comprenait l'étude du fonctionnement hydrique des sols du Nord-Cameroun et de la végétation des savanes qui leur correspondent. Nous ne parlerons pas ici en détail des mesures qui ont concerné la dynamique superficielle de l'eau (infiltration) et l'érosivité des sols, pour insister sur la question de la redistribution temporelle de cette eau infiltrée et de sa disponibilité pour les végétaux et les cultures. Les résultats complets de ce travail sont présentés par ailleurs (Seiny Boukar, à paraître).

Matériel et méthodes

Trois sites de mesure correspondant respectivement au vertisol modal (VM), au vertisol dégradé (VD) et au « hardé » (HV), ont été caractérisés morphologiquement et suivis durant trois années consécutives. L'étude de la dynamique interne de l'eau a été faite sur la base des profils hydriques (distribution verticale) et des courbes de l'évolution temporelle des réserves d'eau stockée. Les mesures neutroniques ont été faites durant ces trois années (1985, 1986 et 1987) au cours desquelles les précipitations totales respectives ont été de 907, 745 et 488 mm.

L'accent a été mis sur les différenciations texturales des horizons et sur la densité apparente. Des regroupements correspondant à des niveaux d'étalonnage ont été faits. Les fonctions de production de la lame ruisselée ont été établies (Thèbe, 1987; rapport CEE, 1988) par le moyen de la simulation des pluies et/ou en conditions naturelles sur parcelles de 1 m². Elles ont permis de déterminer les pluies efficaces (Pe) lors de nos mesures et par conséquent de calculer l'évapotranspiration réelle (ETR).

Résultats et discussions

Caractérisation de la séquence de dégradation des vertisols

Dans le sens d'une dégradation croissante à partir des « vertisols modaux », on rencontre les « vertisols dégradés », et les « hardé ».

Les vertisols modaux (VM)

Les vertisols modaux ou vertisols en bon état se caractérisent par une teneur en argile variant de 40 à 45 %, constante dans tout le profil.

L'argile est essentiellement de type montmorillonitique et smectitique (45 %), ce qui explique la variation saisonnière de leur état de surface : larges fentes de retrait

(2-3 cm) disposées en réseau polygonal allant jusqu'à 1 mètre de profondeur pendant la période sèche; gonflement et relief gilgai (micro-relief bosselé) pendant la période pluvieuse. Ces fentes constituent la macroporosité du sol et délimitent des unités structurales prismatiques grossières, à faible porosité (micropores), compactes à l'état sec et à densité apparente élevée (1,75). Le ruissellement est, par conséquent, moyen ou fort selon que le sol est saturé en surface ou non. L'érosion y est faible.

La profondeur de ces sols (plus de 160 cm) et la dominance d'argiles gonflantes leur confèrent une capacité d'absorption et de rétention d'eau élevée : la réserve en eau utile (RU) est de l'ordre de 180 mm pour 80 cm d'épaisseur.

La dégradation de ces sols est essentiellement superficielle et physique, et se traduit par une perte de structure avec développement de la battance et par une baisse des propriétés hydrodynamiques.

Les vertisols dégradés (VD)

Les signes de dégradation sont perceptibles dès la surface, par la faible expression des caractères vertisoliques : micro-relief plat, rares fentes de retrait, battance développée. L'horizon superficiel est plus finement structuré : la croûte de battance de nature argilo-sableuse recouvre des polyèdres fins à pores interstitiels remplis de sables fins. Dans l'horizon superficiel (5 à 10 cm) l'appauvrissement en argile (11,5 %) entraîne une diminution de la CEC (20 à 25 méq./100 g de terre), et une acidification (pH = 5,5). La pellicule de battance est épaisse dans ces sols. La conséquence immédiate est un ruissellement plus fort que sur les vertisols modaux dépassant fréquemment 50 %, ce qui entraîne une érosion par décapage et ségrégation des particules fines et grossières (enrichissement en sables). Selon l'importance du phénomène, la réserve utile (RU) peut être diminuée ou non (78 mm/40 cm contre 87 mm/40 cm pour les vertisols modaux). En profondeur, les caractères du vertisol modal sont pratiquement conservés.

Les sols « hardé » hérités des vertisols (HV, HN)

Nous empruntons à Vaile (1970) la définition du terme « hardé » en langue fulfuldé (langue peulh du Nord-Cameroun). Il désigne « tout terrain », généralement à faible végétation arbustive et graminéenne, à très forte compacité et très peu perméable, et duquel l'agriculteur sait qu'il ne tirera qu'une très médiocre récolte.

On relève dans cette définition synthétique les critères de sol, végétation et d'occupation des terres pour caractériser ces milieux. On retiendra que cette appellation traduit beaucoup plus un état de surface qu'un type pédologique donné : surface nue présentant localement quelques touffes d'herbes antérieures ou postérieures à une accumulation de sable éolien, ou s'installant à la faveur des dépôts alluviaux vertiques dans les microdépressions (cas de *Setaria pumila*). La pellicule de battance sous laquelle s'observent de nombreux pores vésiculaires est épaisse de quelques millimètres. La profondeur atteinte par la dégradation dépasse parfois 20 cm de sol, caractérisés par une structure détruite (structure massive), sans pores, ni activité biologique. Quelques fentes verticales et discrètes semblent

délimiter parfois dans cet horizon superficiel des unités structurales qui pourraient devenir des colonnettes, car elles sont souvent coiffées de sables fins.

Ces sols sont le siège d'une érosion en nappe. L'infiltration des eaux pluviales est également faible (20 à 50 % de la pluie), tout comme la réserve en eau utile (RU = 60 mm/40 cm). Il convient de préciser que le niveau argileux vertique apparaît dès 15-20 cm de profondeur. Ceci explique que RU soit de 60 mm/40 cm, car elle n'est que de 7,5 mm sur les 10 premiers centimètres.

A un stade de dégradation encore plus avancé, l'érosion tronque le sol jusqu'à l'horizon à nodules calcaires et conduit à un relief présentant des ravines (faciès HN ou « Bad-lands »).

Comportement hydrique de la séquence de dégradation des vertisols

Sur la figure 1, ont été représentées les évolutions comparées des réserves en eau et des profils hydriques des différents faciès de la séquence.

Vertisols modaux

Malgré les différences de pluviométrie durant ces trois années, il se dégage un comportement global caractéristique pour le vertisol modal. Seule la tranche superficielle (0-40 cm) réagit de façon nette aux précipitations. En dessous, l'humidité ne varie presque pas au cours de l'année.

Les vertisols modaux ont une forte capacité d'absorption et de rétention d'eau, favorisée par l'existence des fentes de retrait. La réserve d'eau disponible se reconstitue assez tôt dans la saison en surface et se maintient environ pendant 7 mois. La profondeur humectée est moyenne (60-70 cm) mais en dessous, bien que le stock d'eau soit peu affecté par les précipitations, la réserve en eau est disponible toute l'année. L'absence de remontée capillaire due aux conditions physiques du sol est aussi favorisée par le self-mulching du dessèchement rapide de la surface et aussi par le mulch d'herbacées denses et sèches sur pied. La vie végétale, surtout pour les espèces à enracinement profond ou étagé est donc possible sur ces sols toute l'année.

Vertisols dégradés

En ce qui concerne les vertisols dégradés (VD), il nous faut rappeler que dans ces sols, les fentes de retrait, quand elles existent encore, sont peu nettes et peu profondes, et que la pellicule de battance est bien développée. Dans ce cas, le stock de la couche 40-80 cm varie peu au cours de l'année. La réserve d'eau disponible pour les végétaux n'y est pas maintenue toute l'année. L'humectation du sol est peu profonde (50-60 cm) et ne dépasse guère 25 % d'eau en valeur volumique.

Ces sols, qui ont pourtant une structure fine en surface, s'humectent difficilement en raison de la pellicule de battance qui cède néanmoins quand les pluies deviennent abondantes et régulières. L'installation tardive de la végétation herbacée en résulte. C'est aussi cette végétation qui accélère l'épuisement des réserves d'eau du sol avant même l'arrêt des dernières pluies qui ne compensent pas leurs besoins. Seules les espèces végétales dont les racines atteignent les couches profondes pourront survivre et aller jusqu'à maturité.

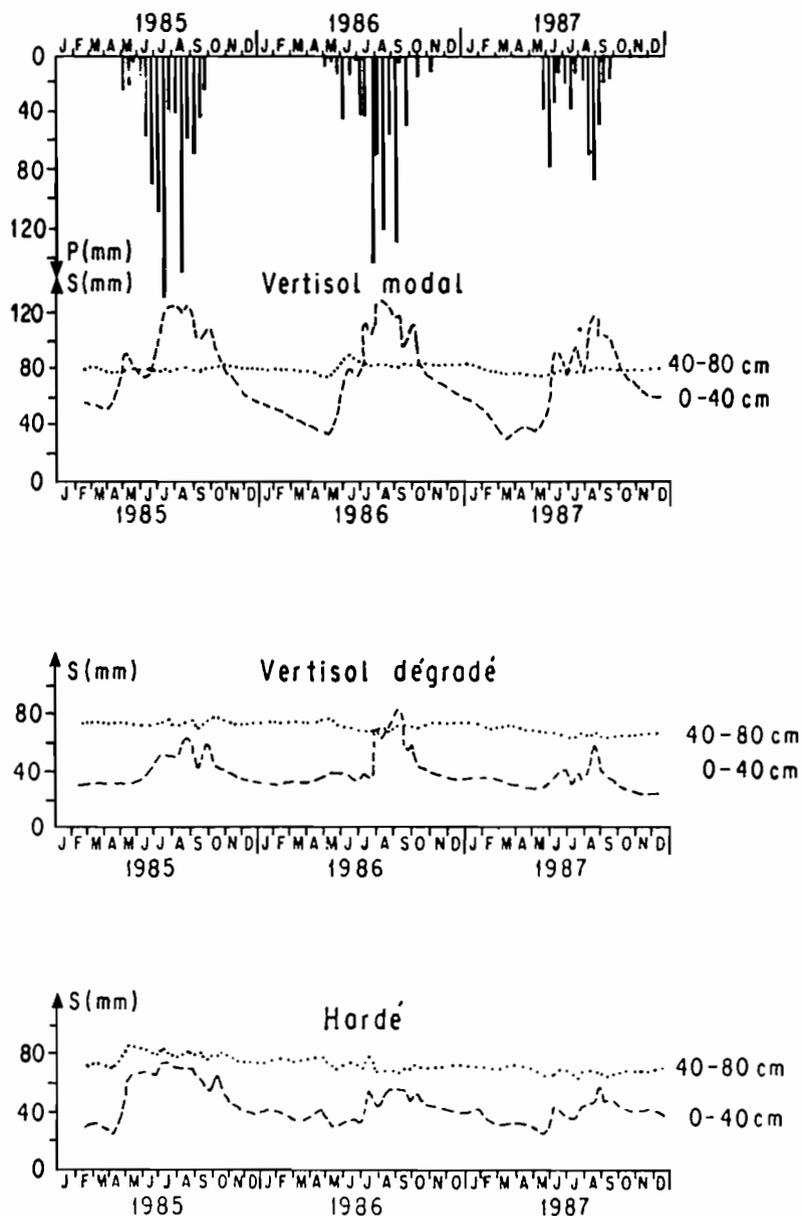


Figure 1. Comparaison de l'évolution annuelle des réserves en eau totale du sol (Smm) des faciès de dégradation d'une séquence vertisolique du Nord-Cameroun (3 années d'observation).

Sols hardés

Enfin, nous ne pourrions discuter du comportement hydrique global des sols « hardé » (HV) sans nous référer aux cas précédents, notamment les vertisols dégradés avec lesquels des similitudes de redistribution relative de l'eau dans les différentes couches apparaissent (figure 1).

Ces sols se distinguent par une mauvaise efficacité des précipitations dans la recharge de leur réserve hydrique. Ce fait est certes lié à l'absence de structure et de porosité, mais est surtout dû à la présence d'une pellicule de battance continue en surface qui limite l'infiltration de l'eau. Il en résulte une réserve d'eau disponible insignifiante ou nulle toute l'année qui explique que ces sols soient dépourvus de végétations; les ligneux eux-mêmes ne pouvant trouver de l'eau en profondeur que lors de certaines années à pluviométrie exceptionnelle. Les espèces adaptées, telles que *Lannea humilis*, survivent grâce à leurs organes de réserves d'eau et à leur système racinaire superficiel développé (rapport CEE, 1988), qui leur permet de profiter des courtes périodes de disponibilité de l'eau. La végétation herbacée se développe en touffes discontinues sur des taches d'accumulation de sable éolien ou dans des microdépressions qui offrent un régime hydrique favorable.

La dégradation dans la famille vertisolique a eu en définitif pour effet d'accentuer l'aridité édaphique (Floret et Pontanier, 1984). Celle-ci se traduit par une diminution de la réserve utile du sol et de la profondeur maximale humectée; une baisse de l'efficacité des précipitations dans la recharge des réserves hydriques du sol, et par conséquent une diminution de la réserve d'eau disponible pour les végétaux (Tableau I).

Tableau I. Comparaison des comportements hydriques globaux des faciès de dégradation d'une séquence vertisolique au Nord-Cameroun.

	Réserve utile sur 80 cm - RU (mm)	Profondeur maximale humectée (cm)	Coefficient d'efficacité moyenne des pluies Ke %	Durée moyenne des disponibilités en eau pour la végétation (en mois)	
				0-40 (cm)	40-80 (cm)
Vertisol modal VM ..	170/190	60-70	75 à 85	7	12
Vertisol dégradé VD	150/170	50-60	50 à 60	3	7
Hardé HV	130/150	40/50	30 à 40	2	4

Un exemple d'aménagement traditionnel : les casiers à diguettes de la plaine

Le sorgho de contre-saison est repiqué, à la fin de la saison des pluies sur les vertisols qui ont, entre-temps reconstitué une importante réserve d'eau durant la saison pluvieuse. Ces terres argileuses appelées localement « karal » peuvent être, soit en position de bas-fond engorgé, à drainage externe nul, soit en position de pente faible (1 à 2 %) et aménagées en certains endroits en casiers à diguettes.

Par ces aménagements, l'objectif des paysans est de stocker le maximum d'eau durant la saison des pluies en vue du report de cette eau en saison sèche jusqu'à

la fin du cycle du sorgho (février). Nous avons montré qu'après fermeture des fentes de retrait, l'efficacité des précipitations dans ces sols baisse considérablement ($k_e < 60\%$ à l'échelle de l'année). Sur les faciès plus ou moins dégradés, les quantités d'eau ruisselées sont encore plus importantes.

Les casiers de forme rectangulaire, et d'une superficie variant de 50 à 200 m² suivant les positions topographiques, sont délimités par des diguettes de 20 à 30 cm de hauteur, confectionnées manuellement à la daba. En général, sauf cas d'événements pluvieux exceptionnels, de cumul de charges d'eau ou de destruction de diguettes, ces aménagements retiennent toute l'eau précipitée.

Nous avons cherché à comparer une zone aménagée et une zone voisine non aménagée.

Malgré la courte durée de l'expérimentation, la tendance évolutive des réserves en eau totale est assez révélatrice de l'efficacité de ce type d'aménagement. Le Tableau et la figure 2 présentent les résultats globaux pour la période allant du 20/4 au 18/6/87. Alors qu'il était déjà tombé 146 mm dans la zone de Maroua à la date du 18/6/87, on observe les faits suivants :

— le traitement de la zone avec diguettes permet d'augmenter entre le 24/5/86 (date de la première pluie) et le 18/6/87, de près de 45 % environ le stockage de l'eau par rapport à la zone non traitée;

— dans la zone traitée le front d'humectation atteint 80 cm et difficilement 50 cm dans la zone sans diguettes;

— l'ETR dans la zone traitée a été entre le 24/5 et le 18/6/87 de 67,7 mm, ce qui correspond à une évapotranspiration moyenne journalière de 2,7 mm dans l'hypothèse où toute l'eau précipitée s'est infiltrée.

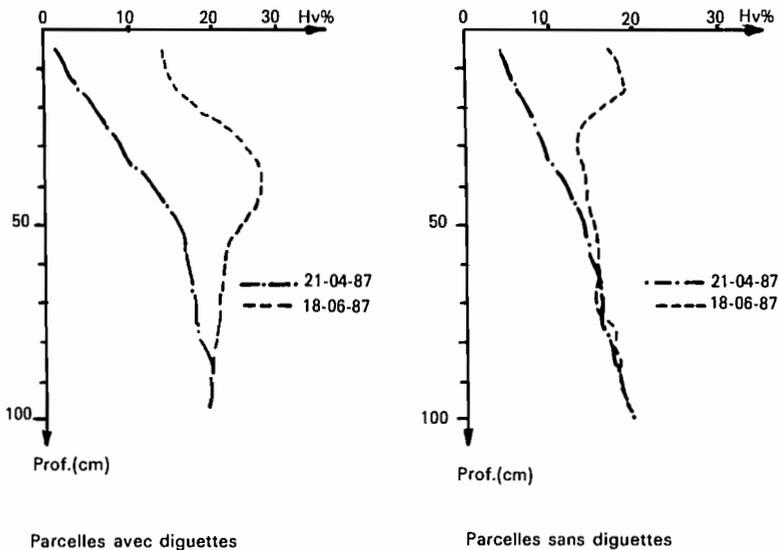


Figure 2. Profils hydriques à Doyang.

Tableau II. Evolution des réserves en eau totale à Doyang.

	Réserve en eau (mm) 0-120 cm		Accroissement des réserves en eau (mm)
	21-4-87	18-6-87	
Parcelle traitée en diguette.....	167,1	245,4	78,3
Parcelle non traitée	162,5	207,8	46,3

Conclusions

Selon Gavaud (1971), la dégradation des vertisols, d'abord d'origine anthropique, est relayée par l'érosion hydrique dont les décapages successifs aboutissent à l'affleurement des horizons profonds à nodules calcaires. L'action de l'homme a pour effet de transformer progressivement la structure prismatique grossière des horizons supérieurs, en une structure polyédrique fine, puis en structure massive avec baisse concomitante des taux de matières organiques, appauvrissement et lessivage en argile, et susceptibilité à la battance et à l'érosion. La thèse de filiation entre les faciès de la séquence de dégradation des vertisols, caractérisés dans cette étude, est confortée par la continuité du niveau à nodules calcaires et du niveau basal argileux défini par une teneur en argile (40 à 50 %) et une composition minéralogique (environ 45 % d'argile 2/1 : montmorillonite et smectite).

Nous avons précisé les principaux effets de cette dégradation des sols sur le fonctionnement des systèmes écologiques correspondants, et en particulier l'accentuation des contraintes hydriques pour la végétation.

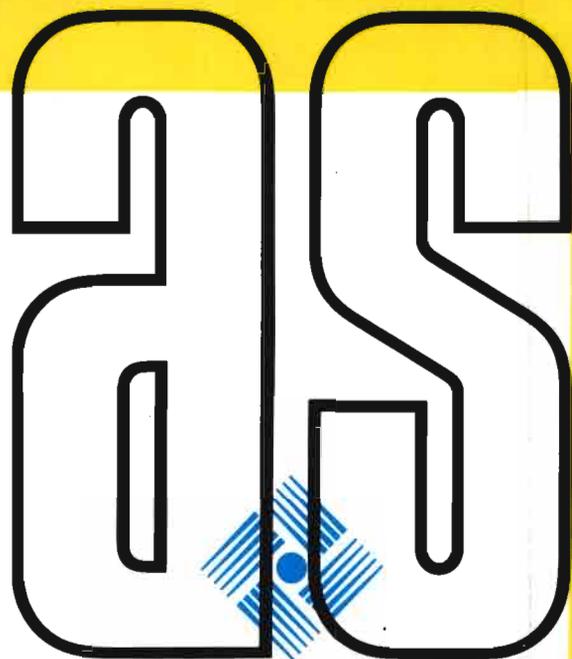
Face à cette situation, l'homme choisit souvent la voie de l'abandon des cultures, réduisant ainsi de plus en plus ses superficies cultivables, sans pour autant arrêter sa pression sur ces milieux dégradés (coupe de bois, surpâturage), accélérant le processus de « l'hardéisation » qui aboutit à des sols stériles, à ruissellement intensif et irréversible. La végétation naturelle répond par des adaptations, à la fois morphologiques et phénologiques variées, qui sont en cours d'étude.

Sur la base des résultats ci-dessus, nous avons entrepris un programme de recherche visant à réhabiliter les sols dégradés de cette séquence vertisolique. L'aménagement en casiers a été appliqué à des vertisols dégradés en vue de leur récupération pour la culture de mouskouari. Billons, microcatchments, et/ou labours périodiques, protection totale, etc., sont aussi expérimentés pour tenter d'abaisser le front d'humectation dans le sol. Ces pratiques permettent en outre d'augmenter à nouveau les réserves en eau disponible sur des sols abandonnés depuis de longues années. Des résultats fiables concernant la remontée biologique de ces systèmes ne pourront être obtenus qu'après plusieurs années d'observations.

André Kergreis
Jacques Claude

**UTILISATION
RATIONNELLE**
de L'EAU
des
**PETITS
BASSINS
VERSANTS**
en **ZONE
ARIDE**

AUPELF



actualité scientifique

British Library Cataloguing in Publication Data

Kergreis, André

Utilisation rationnelle de l'eau des petits
bassins versants en zone aride.

1. Hydrology

I. Title

551.49

ISBN 0-86196-315-6

Editions John Libbey Eurotext

6, rue Blanche, 92120 Montrouge,
France

Tél : (1) 47 35 85 52

John Libbey and Company Ltd

13 Smith Yard, Summerley Street,
London SW18 4HR, England

Tél : (81) 947 27 77

John Libbey CIC

Via Spallanzani 11,
00161, Rome, Italy

Tél : (06) 862.289

© 1991, Paris

Il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage — loi du 11 mars 1957 — sans autorisation de l'éditeur ou du Centre Français du Copyright, 6 bis, rue Gabriel-Laumain, 75010 Paris, France.

UTILISATION RATIONNELLE DE L'EAU DES PETITS BASSINS VERSANTS EN ZONE ARIDE

Journées scientifiques du Réseau
« Génie Para-Sécheresse » de l'UREF
organisées avec la collaboration
du Réseau Recherche Résistance à la Sécheresse (R3S)
et de l'Ecole Inter Etats d'Ingénieurs de l'Equipement
Rural (EIER)
EIER, Ouagadougou, 12-15 mars 1990

COORDINATION

André Kergreis

Jacques Claude

