

# RÉHABILITATION D'UN SOL HARDÉ D'ORIGINE VERTISOLIQUE

par Paul DONFACK, phytoécologue IRA  
Dominique MASSE, agropédologue ORSTOM  
et Lamine SEINY-BOUKAR, pédologue IRA



Sur sol Hardé, toute modification du régime hydrique  
change profondément la dynamique de la végétation herbacée.

## RÉSUMÉ

Les auteurs décrivent des méthodes d'économie de l'eau, testées sur un vertisol dégradé de Mouda, qui entrent dans le groupe des sols Hardé. Il s'agit du « pitting », fosses de 1 × 0,3 × 0,15 m espacées de 1 m entre elles, sur la ligne et entre les lignes. Elles sont placées en courbe de niveau et en quinconce. Les « bandes alternées » consistent à alterner des bandes labourées de 15 × 15 m et des bandes non labourées faisant office d'impluvium. Trois labours en première année, et un en deuxième, permettent d'incorporer la biomasse végétale. Le troisième traitement, dénommé « micro-catchment » est identique au précédent avec, en plus, une diguette en aval de la bande labourée. Enfin, le « témoin » n'est pas aménagé.

Le régime hydrique est mesuré tout au long de l'année, à l'aide d'une sonde à neutrons. Des relevés de végétation sont effectués, chaque année, à différentes phases du cycle de développement de la strate herbacée, grâce à la méthode des points cadrats qui donne la fréquence des espèces, le taux de recouvrement et le recouvrement global de la végétation. Des analyses de sol permettent de suivre l'évolution des caractéristiques chimiques et le taux de matière organique.

Quant à l'infiltration de l'eau dans le sol, elle ne concerne que les dix premiers centimètres sur le témoin, alors qu'elle atteint 30 cm la première année et 40 cm la deuxième sur les bandes labourées, avec ou sans diguette.

L'amélioration due au « pitting » est localisée sur une auréole de 30 cm autour du trou.

Concernant la dynamique de la végétation naturelle, le témoin est caractérisé par la faible richesse spécifique d'espèces adaptées aux conditions difficiles du milieu, telles que *Schoenefeldia gracilis*, et par un recouvrement d'environ 30 %.

Le labour avec ou sans diguettes améliore non seulement le recouvrement de la strate herbacée, qui peut atteindre 100 % par endroits, mais aussi la richesse floristique. On voit ainsi apparaître une trentaine de nouvelles espèces, dont beaucoup se cantonnent d'ordinaire dans les bas-fonds humides. Le « pitting » a les mêmes effets mais la végétation se concentre autour des trous.

Ces premiers résultats favorisent les techniques modifiant l'état de surface du sol, tel le labour qui casse la pellicule de battance. L'amélioration du régime hydrique se fait lentement, mais la végétation répond très rapidement. Les auteurs pensent que l'enfouissement de cette végétation devrait aider une remontée biologique de ces sols et améliorer ainsi leur régime hydrique.

## ABSTRACT

The authors describe the water economizing methods which were tested on the Hardé soils of Mouda. The first treatment consists of making pits (pitting) of 1 × 0.3 × 0.15 m with 1 metre spacing between pits on each line and between lines. In the second treatment there are ploughed strips of 15 × 15 m which alternate with impervious unploughed strips. Ploughing was done three times in the first year and once in the second year. The available biomass was incorporated into the soil during ploughing. A third treatment called the « microcatchment », is similar to the preceding one but with a dyke below each ploughed strip. The last treatment is the control which received no management.

The water regime is measured throughout the year using a gamma neutron probe. A grid is used annually to measure the frequency of represented species and the rate of ground colonisation at different phases of the development of the herbaceous vegetation. The evolution of the chemical characteristics of the soil and the organic matter content are followed up through soil analysis.

Water infiltrated only into the first 10 cm of the control experiment while infiltration was 30 cm and 40 cm in the first and second year respectively on the ploughed strips (with or without the dykes).

Soil condition improvement due to « pitting » was localized on an area of 30 cm around the hole.

As for natural vegetation dynamics, the control was characterized by about 30% ground coverage by specific species like *Schoenefeldia gracilis* which are adapted to the harsh conditions of the environment.

Ploughing (with or without dykes) did not only improve the herbaceous ground cover which could be up to 100% on certain spots but also the floristic richness. The appearance of about 30 new species most of which are normally found only in the humid bottom lands could be seen. « Pitting » had the same effects but the vegetation was concentrated around the holes.

These first results clearly favour the use of techniques aimed at modifying the surface state of the soil such as ploughing which breaks up the hardened layer. The improvement of the water regime takes place slowly but vegetation response is very rapid. The authors think that the incorporation of this vegetation into the soil ought to help in the building up of the biological soil content and thus help to improve the water regime.

**D**ans la représentation schématique des systèmes écologiques de Mouda (rapport CEE 1988, SEINY-BOUKAR 1990), on observe une séquence vertisolique de dégradation dont les principaux éléments sont le vertisol modal (VM), le vertisol dégradé (VD) et le sol Hardé (HV). Les deux derniers éléments (VD et HV) correspondent à des faciès de dégradation du vertisol modal. Nous les désignons par le terme de « terre marginale » à cause du caractère faible et instable de leur productivité en culture pluviale.

Les caractéristiques des sols Hardé s'expriment par une diminution de la réserve utile du sol et de la profondeur maximale humectée, par une baisse de l'efficacité des précipitations dans la recharge des réserves hydriques du sol et, en conséquence, par une diminution de la réserve d'eau disponible pour les végétaux, d'où le caractère marginal de ces sols.

C'est pour améliorer leur production qu'ont été entrepris les essais de réhabilitation des sols Hardé appartenant à la série vertisolique de Mouda.

Les techniques de réhabilitation testées visent à diminuer, voire stopper, le ruissellement, augmenter l'infiltration de l'eau vers les horizons sous-jacents et allonger le calendrier des disponibilités en eau, pour améliorer le régime hydrique et concourir à une remontée biologique de ces sols.

### MATÉRIEL ET MÉTHODE

#### ■ La zone test de Mouda

L'étude est menée sur le bassin versant de Mouda, une zone test représentative de la plaine du Diamaré par sa composition floristique et ses types de sols. Située à 30 km au sud de Maroua et à proximité de l'axe routier Maroua-Garoua, cette zone est soumise, dans son ensemble, au climat de cette région dont la moyenne interannuelle des précipitations est de 780 mm. Le bassin versant étudié couvre une superficie de 1 810 ha environ ; les crêtes de ce bassin sont constituées de collines et de plateaux dominant faiblement une plaine vertisolique; l'altitude de la zone varie de 440 m à 600 m.

#### ■ Description du sol Hardé de Mouda

##### ● Le sol

Le profil du sol Hardé de Mouda se caractérise par un horizon superficiel sablo-argileux massif et com-

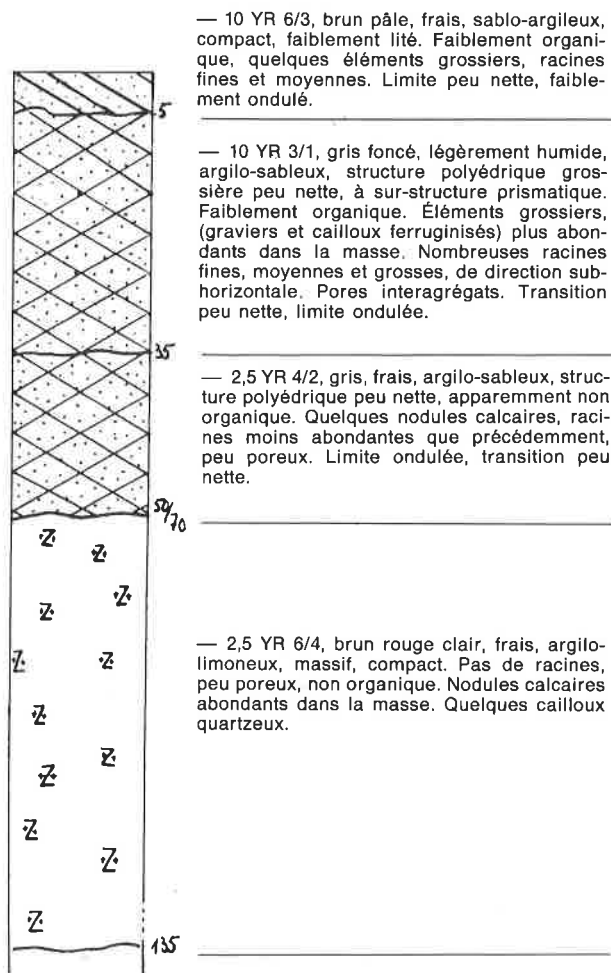
pact, recouvert d'une épaisse pellicule de battance. Cet horizon massif, épais de 5 à 20 cm, recouvre un horizon sous-jacent argileux et vertique, présentant des nodules calcaires dans la masse vers 50/70 cm (fig. 1, p. 68).

##### ● La végétation

La végétation se caractérise par un pauvre couvert végétal discontinu et une faible richesse spécifique. Ceci est vrai à la fois pour le couvert arboré et le tapis herbacé ; pour le sol Hardé de Mouda, le couvert ligneux est caractérisé par les espèces suivantes : *Balanites aegyptiaca*, *Lannea humilis* et *Dalbergia melanoxylon*. À ces espèces caractéristiques sont associées quelques autres telles que *Acacia seyal*, *Acacia hockii*, *Sclerocarya birrea*, *Dichrostachys glomerata*. Le couvert total de cette strate ligneuse ne dépasse pas 5 % de la surface du sol.

Les herbacées les plus fréquentes, qui représentent à elles seules 90 % de la couverture spécifique, sont *Schoenefeldia gracilis*, *Sporobolus festivus*, *Tripogon minimus*, *Loudetia togoensis* et *Anthericum sp.* L'ensemble du couvert herbacé atteint 75 % environ en pleine période de végétation.

**FIGURE 1**  
Description du profil pédologique sur sols Hardé



■ **Dispositif expérimental**

L'objectif est de faire infiltrer le maximum de l'eau perdue par ruissellement qui, à l'échelle de l'année, peut largement dépasser 50 % (THEBE, 1987). Dans les traitements testés, on ne s'intéresse qu'à des aménagements concernant la maîtrise de l'eau (impluvium, pitting, etc.), ainsi qu'à la remontée biologique de ces sols, principalement par l'enfouissement de la matière organique. Les trois traitements sont les suivants :

- **Le pitting** : confection de fosses de 1 × 0,3 × 0,15 m, espacées de 1 m sur et entre les lignes. Les fosses sont placées perpendiculairement à la pente et en quinconce pour permettre un meilleur captage des eaux de ruissellement.
- **Les bandes alternées** : alternance de bandes labourées et de bandes non labourées faisant office d'impluvium. On a donc une supplémentation en

eau de ruissellement de la bande labourée se situant en aval. Les bandes mesurent 15 × 5 m et sont perpendiculaires à la pente. Des labours sont effectués durant la saison des pluies pour incorporer la biomasse végétale et assurer ainsi un enrichissement en matière organique (trois labours la première année et un la deuxième année) ; le dernier labour a lieu fin août.

- **Le microcatchment** : traitement identique au système des bandes alternées avec, en plus, une diguette en aval de la bande labourée pour contenir les éventuelles eaux de ruissellement sur le labour. On procède également à des enfouissements de la végétation naturelle.

Par ailleurs, la mise en défens est effectuée sur tous les traitements, y compris le témoin.

L'expérimentation comprend deux blocs (deux répétitions) de quatre parcelles (trois traitements + un témoin sans aménagement). Les parcelles mesurent 30 × 15 m.

■ **Indicateurs observés**

Les indicateurs physiques et biologiques suivants sont observés :

- **Indicateurs physiques** : un suivi du régime hydrique est assuré tout au long de l'année. Il se fait par des mesures d'humidité volumique à l'aide d'une sonde à neutrons. Quatorze tubes d'accès de sonde ont été placés sur l'un des deux blocs. Des mesures de caractérisation du ruissellement et de l'érosion sont prévues au bout de quatre années de suivi.
- **Indicateurs biologiques** : des relevés de végétation sont effectués chaque année à différentes phases du cycle de développement de la strate herbacée. La méthode utilisée est celle des points quadrats. Elle permet de suivre des modifications aussi bien qualitatives que quantitatives de la végétation (lignes de 10 m de cent points de lecture chacune). Cette méthode consiste à évaluer la fréquence des différentes espèces rencontrées et en déduire un taux de recouvrement. Elle permet aussi de calculer le recouvrement global de la végétation.

Enfin, des analyses de sols permettront de suivre l'évolution des caractéristiques chimiques, notamment en ce qui concerne le taux de matière organique et le degré d'agrégation.

**PREMIERS RÉSULTATS**

**■ Amélioration du régime hydrique des terres**

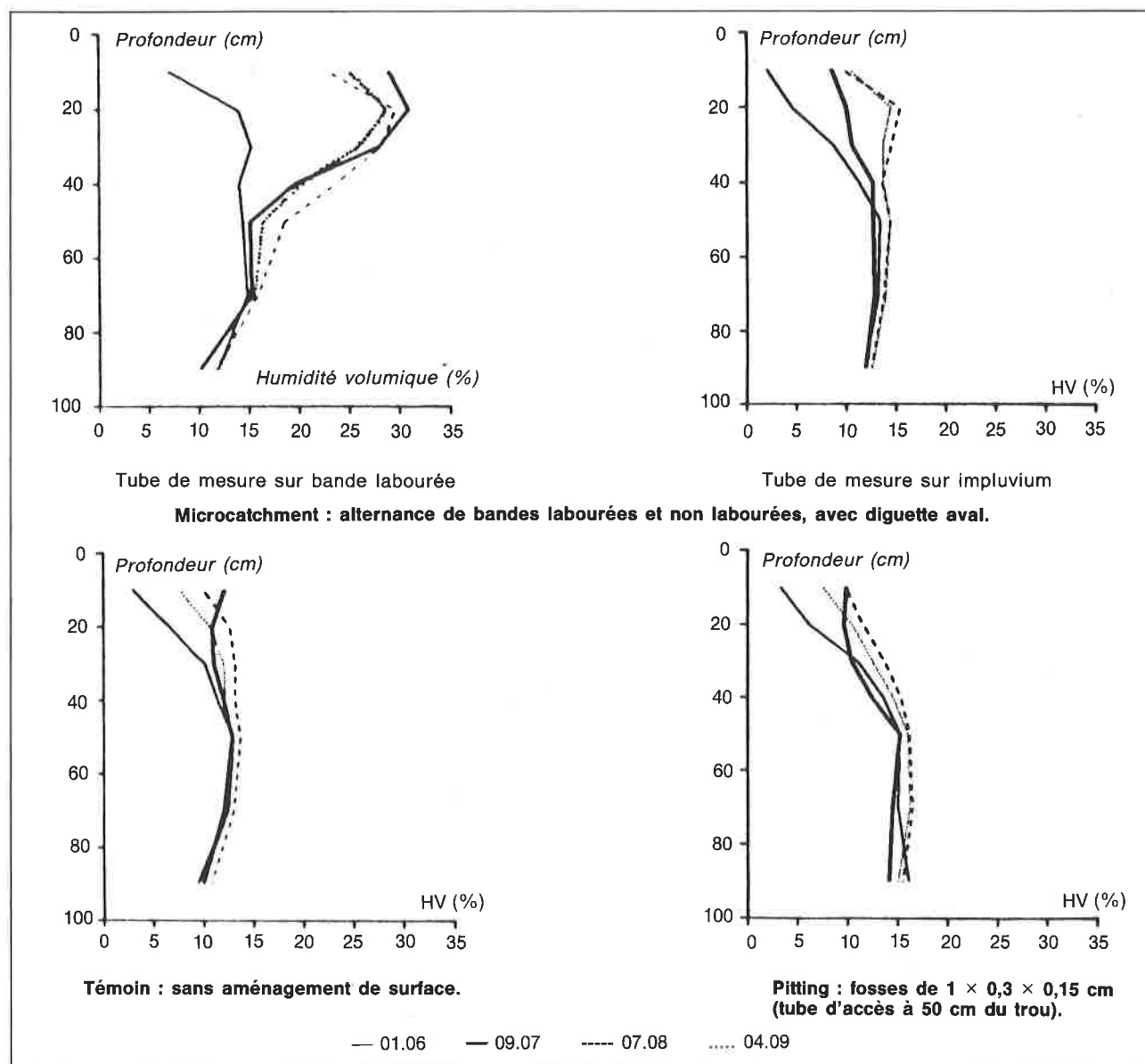
Signalons que, malgré les aménagements réalisés, le ruissellement n'a pu être totalement endigué.

Le profil hydrique mesuré sur parcelle mise en défens, sans aménagement hydraulique (témoin), présente peu de variations au cours de la saison des pluies; l'humidité volumique reste constante autour de 10 à 15 % entre 30 et 90 cm. Lors de fortes pluies, le

front d'humectation peut atteindre les trente premiers centimètres (fig. 2).

Le labour améliore le régime hydrique, c'est-à-dire il augmente la profondeur d'humectation et donc la profondeur de la zone de variation de l'humidité, au cours de la saison. Toutefois, cette profondeur atteinte n'est que de 30 à 35 cm la première année et de 50 cm, la deuxième année. Les gains de stock en eau sont de l'ordre de 40 mm sur les bandes labourées ; ce gain est lié à l'augmentation de la profondeur humectée (fig. 2).

**FIGURE 2**  
Profils hydriques pour la saison 1990  
humidité volumique = f (profondeur)



La différence entre la technique des bandes alternées et celle du microcatchment n'est pas significative (nombre de répétitions trop faible).

L'amélioration due au pitting est localisée. Elle est perceptible sur une auréole de 20 à 30 cm autour du trou, bien marquée par la végétation.

La technique du labour semble être la plus rapide pour améliorer le régime hydrique des sols Hardé du type de Mouda. Il faudra toutefois suivre l'effet de labours successifs sur la structure du sol, ainsi que leur influence sur le taux de matière organique.

■ **Dynamique de la végétation naturelle**

Les parcelles sans aménagement présentent une végétation caractéristique des sols Hardé. Les traits essentiels en sont une faible richesse spécifique et des espèces adaptées aux conditions difficiles du milieu, telles que *Schoenefeldia gracilis*, *Tripogon minimus*, *Dipcadi viride*, *Drimiopsis barteri*. Le recouvrement est également très faible, de l'ordre de 20 à 40 % au maximum de la végétation.

Le labour améliore non seulement le recouvrement de la strate herbacée (jusqu'à 100 % par endroits) mais également la richesse floristique (cf. tableau ci-après). On compte environ une trentaine d'espèces qui germent dans les bandes labourées et qui sont absentes ou rares hors des aménagements. Parmi ces dernières, les espèces de milieu humide occupent une position de choix de par leur recouvrement : *Echinochloa colona*, *Cyperus spp.*, *Oryza barthii*, *Rhytachne triaristata*, etc.

Les traitements en bandes alternées et en microcatchment ne provoquent pas de différences perceptibles sur la végétation. La répétitivité des labours ne favorise évidemment pas les espèces pérennes.

Quant au pitting, la tendance est la même que sur les bandes labourées: augmentation de la richesse floristique et du recouvrement, avec de fortes valeurs à l'emplacement des trous et sur une auréole de 10 à 20 cm.

**Recouvrement global et richesse floristique sous deux types d'aménagements : Bandes alternées et microcatchment**

		Recouvrement global moyen (%)	Nombre d'espèces moyen
Bandes alternées	impluvium	75	8,5
	labour	87,5	11,5
Microcatchment	impluvium	47	6,5
	labour	86	10,5

**CONCLUSION**

Le dispositif expérimental visant à réhabiliter les sols Hardé de la série vertisolique de Mouda a été mis en place en mai 1989. Le suivi est prévu pour quatre années. Les premiers résultats semblent favoriser les techniques modifiant l'état de surface du sol, tel le labour qui « casse » la pellicule de battance. On remarquera, cependant, que l'amélioration du régime hydrique se fait lentement sous les différents aménagements et montre ainsi des circulations d'eau difficiles dans ce type de sols.

En revanche, la végétation répond très rapidement aux différents traitements par augmentation de la richesse floristique et du recouvrement. La modification floristique est plus spectaculaire sur parcelle labourée. L'enfouissement de cette végétation, de plus en plus dense et diversifiée, devrait favoriser une remontée biologique de ces sols, améliorer par la suite leur régime hydrique et confirmer ou infirmer les conclusions de GUIB (1976), qui avait eu des résultats concluants dans son essai de réhabilitation de sol Hardé.

Les prochaines années devraient nous permettre de préciser l'intérêt de ces traitements dans le cadre d'une remise en culture ou d'un aménagement à but pastoral. En particulier, vu la faible efficacité des traitements hydrauliques effectués pour limiter, voire supprimer le ruissellement et forcer ainsi l'infiltration, il est envisagé des traitements de surface visant à quadriller l'espace par des casiers. ■

**RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

CEE, IRA, ORSTOM, 1986. — Utilisation et conservation des ressources en sol et en eau au Nord-Cameroun. Rapport final.

CLAUDE, (J.), FLORET, (C.), PONTANIER, (R.), 1989. — Rapports de mission au Cameroun. Maroua, 11 au 25 mars 1989, 25 août au 9 septembre 1989.

CNS, IRA, ORSTOM, 1990. — Réhabilitation et utilisation des terres marginales au Nord-Cameroun. Rapport de campagne.

SEINY-BOUKAR, (L.), 1990. — Régime hydrique et dégradation des sols dans le Nord-Cameroun. Thèse Doc. 3ème cycle. Université de Yaoundé, 226 p. + annexes.

THEBE, (B.), 1987. — Hydrodynamique de quelques sols du Nord-Cameroun. Bassins versants de Mouda. Contribution à l'étude des transferts d'échelle. Thèse Doc. Université Sciences et Techniques du Languedoc. Montpellier, 238p + annexes.

Dominique MASSE  
 ORSTOM  
 BP 1386 Dakar Hann (Sénégal)  
 Paul DONFACK et Lamine SEINY-BOUKAR  
 Institut de la Recherche Agronomique  
 BP 33 Maroua (Cameroun)