

MODIFICATION DU RÉGIME HYDRIQUE D'UN SOL PAR LES AMÉNAGEMENTS DE SURFACE

Le cas du sol Hardé de Salak

par Oscar EYOG MATIG, pédologue et écophysiologiste IRA



Cette fosse permet le stockage et l'infiltration de l'eau de pluie dans un volume limité de sol.

RÉSUMÉ

Sur le Hardé de Salak ont été testées quatre techniques d'aménagement pour mettre en place un boisement.

Les quatre traitements étaient les suivants :

- Planter les arbres sans autre travail du sol qu'une simple trouaison ;
- Sous-soler au bulldozer ;
- Lever un réseau de diguettes reliant les trous de plantation ;
- Appliquer le même traitement, complété par un labour manuel du casier délimité par les diguettes.

Sur cet essai il a été réalisé des études sur la structure et la

texture du sol, ainsi qu'un suivi pluriannuel de l'humidité du sol, sur une profondeur de 1,70 m, à l'aide de tubes et d'une sonde à neutrons. Ces dernières mesures ont permis de tracer des profils hydriques en fonction des aménagements de surface et de la période de l'année, de calculer les réserves hydriques du sol sur le profil, d'apprécier le régime hydrique des traitements et d'estimer la rentabilité de l'eau utilisée pour la croissance des ligneux. En l'absence d'autre travail du sol que la simple trouaison, on a constaté que le profil se recharge très peu en eau au cours de la saison des pluies. L'effet du sous-solage disparaît rapidement avec le temps. Les diguettes permettent un important stockage d'eau dans le sol, jusqu'au-delà de 1,7 m de profondeur. Cette réserve reste supérieure à celle du témoin tout au long de la saison sèche. Le labour qui élimine le tapis herbacé a un effet plutôt négatif sur le bilan hydrique.

ABSTRACT

Four soil preparation techniques were tested on the Hardé soils of Salak with a view to establishing a forest plantation.

These techniques were :

- Simple digging of holes to receive the tree seedlings (without any other soil preparation) ;
- Bulldozer ploughing ;
- Construction of a network of small dykes to link the holes into which trees are planted, and lastly :
- Dykes similar to those in treatment n° 3 coupled with manual ploughing.

Soil structure and texture were studied on this trial and there was a study of soil humidity up to the depth of 1.70 m

using tubes and a gamma neutron probe. These latter measurements were used to trace water profiles as a function of soil preparation technique and time of the year ; to calculate soil water reserves on the profile ; to appreciate the water regime of the treatments ; to estimate benefits of the water used for the growth of woody plants. From the study, it was noted that the soil profile's water recharge was very little throughout the rainy season in the treatment where hole digging was not associated with any other soil preparation technique. It was also noted that the effects of bulldozer ploughing very quickly disappeared with time. The technique of using dykes to retain water made it possible for an important quantity of water to be stored in the soil, up to and above the depth of 1.70 m. This water reserve was well above that of the control experiment throughout the dry season. Ploughing, which eliminates the herbaceous cover had a rather negative effect on the soil water balance.

La parcelle forestière de Maroua-Salak n'est pas, en fait, la première tentative de récupération des sols stériles, encore appelés Hardé par la recherche agronomique ; l'IRAT (devenu, le 1er juillet 1992 : CIRAD-CA) avait déjà mené des travaux à peu près similaires dans les années 70 (GUIS, 1976) ; il s'agissait essentiellement de la mise en culture des sols Hardé après sous-solage au bulldozer. Les résultats obtenus furent peu concluants ; en effet, le sol se recolmatait après deux campagnes avec une diminution conséquente des rendements des cultures.

En 1980, les cultures furent remplacées par une plantation forestière. On voulait déterminer si l'enracinement des arbres pouvait poursuivre l'action amélioratrice de la structure du sol, commencée par le sous-solage. Une fois encore, la production des différentes provenances d'*Eucalyptus camaldulensis* fut décevante (1 m³/ha/an, six ans après la plantation).

En 1983, en plus du sous-solage au bulldozer, d'autres techniques de préparation du sol s'ajoutèrent : la profondeur du sous-solage passa de 45 cm à 80 cm ; on procéda également au labour à la charrue ; des espèces autres que l'*Eucalyptus camaldulensis* furent essayées (*Khaya senegalensis*, *Dalbergia sissoo*, *Azadirachta indica*, *Leucaena leucocephala*, etc.). Actuellement, seul *Khaya senegalensis* résiste encore ; la plupart des espèces mises en place souffrent de stress hydrique.

En 1985, d'autres types de préparation de sol furent testés, en plus du sous-solage, notamment une méthode traditionnellement utilisée dans la culture du Muskwari (sorgho de décrue) pour retenir le maximum d'eau : celle des diguettes. Plusieurs espèces d'arbres choisies parmi les plus résistantes à la sécheresse furent plantées.

Ce sont les résultats de cette parcelle qui, après trois années d'observations, font l'objet de cet article.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

■ Matériel végétal

La plantation a été mise en place en juillet 1985. Les plants ont été transplantés après quatre mois de séjour en pépinière. Les quatre espèces utilisées sont les suivantes : *Azadirachta indica*, *Acacia nilotica*, *Dalbergia sissoo* et *Sclerocarya birrea*

■ Les sols de la parcelle

Une étude préalable a consisté à délimiter la parcelle et à vérifier de façon sommaire l'homogénéité du sol.

Après piquetage, des sondages à la tarière ont été réalisés au centre de chaque plateau. A l'issue de ce travail, on a pu dénombrer en fonction de la texture et de la structure de l'horizon sondé (40 cm de profondeur) trois types de sol :

- **Les 3/4 de la parcelle** sont constitués d'un sol à horizon superficiel dépourvu de végétation, recouvert d'une pellicule noire d'algue. L'horizon sous-jacent à cette pellicule est de texture sableuse, devenant plus argileuse vers les 40 cm de profondeur. L'ouverture d'une fosse nous permet d'observer une zone de transition (zone pulvérulente constituée de sable fin de couleur blanche (lessivable) entre l'horizon sableux et l'horizon argileux.

Au-delà de 40 cm, on a un horizon compact argilo-sableux ; cet horizon de 40 à 50 cm de profondeur contraste très nettement avec l'horizon superficiel (à cause de son aspect massif, de ses nodules ferromanganésifères et de sa texture plus sableuse).

Au-delà des 80 cm, il n'y a pas de changement de structure ; c'est la taille des nodules qui varie en augmentant.

La zone d'altération de la roche-mère commence à 140 cm de profondeur.

- **Une deuxième catégorie de sol** a été identifiée : il s'agit en fait du même substrat que précédemment mais recouvert d'une dunette de sable, très certainement d'origine éolienne ; cette auréole de sable se forme très souvent tout autour d'un arbuste (*Guiera senegalensis*).

L'horizon superficiel (les 18 premiers centimètres) est donc constitué de sable plus ou moins fixé ; ce sable se retrouve dans les zones plus profondes à la faveur de la poussée racinaire.

La profondeur du sol ameublie varie en fonction de la profondeur de la prospection racinaire ; dans notre cas, cette profondeur est de 50 cm et la zone de transition (une étroite bande de 2 cm d'épaisseur) commence à 50 cm de profondeur.

- **La dernière catégorie** est constituée par les zones de topographie basse avec stagnation d'eau ; le sol prend ici l'aspect vertique (fentes de retrait, texture plus argileuse avec uniformité dans la répartition de l'argile le long du profil). Cette catégorie occupe une proportion faible de la parcelle.

■ Le travail du sol

Quatre techniques de préparation de sol ont été utilisées : il s'agit du sous-solage (SAS), des diguettes (SAD), des diguettes avec labour (SAL) et du témoin qui est la simple trouaison (SAT).

- **Sous-solage** : il s'agit d'un sous-solage croisé au bulldozer de type IH TD20 ; l'engin est muni d'un ripper à trois dents longues et espacées entre elles de 60 cm, la profondeur moyenne de sous-solage a été estimée à 45 cm.
- **Les diguettes** : il s'agit de petits barrages de 15 cm de hauteur, délimitant un carré de 16 m² dont les quatre angles ont subi une trouaison de 40 x 40 x 40 cm. C'est au niveau de ces trous qu'il y a plantation d'arbres.
- **Les diguettes avec labour** : le traitement est iden-

tique au précédent, mais il y a grattage à la houe (daba) de l'intérieur du carré.

- **Le témoin** : il s'agit ici d'une simple trouaison de 40 x 40 x 40 cm.

Le dispositif est un carré latin avec quatre blocs et quatre traitements ; chaque plateau élémentaire est subdivisé en quatre sous-plateaux, ayant chacun l'une des espèces végétales testées (pour plus de précision, on consultera le plan de l'essai 85-01, dans l'article de J.-M. HARMAND).

■ Mise en place des tubes et étalonnage de la sonde à neutron

- **Les tubes** : ils sont placés au milieu du plateau. Deux tubes supplémentaires ont été mis à des endroits non plantés d'arbres afin de vérifier l'influence de ces derniers sur les réserves hydriques du sol. Nous avons donc un total de 18 tubes sur l'essai.
 - **Mise en place et étalonnage** : une tarière de 42 mm de diamètre a été utilisée pour forer un trou de 200 cm de profondeur. Les différents horizons du sol sortis ont été conservés séparément, de manière à être réintroduits en ordre autour du tube, une fois celui-ci mis en place. Une partie de la terre des différents horizons est conservée pour mesurer l'humidité pondérale qui servira à l'étalonnage de la sonde.
- Afin de transformer l'humidité pondérale en humidité volumique, nous avons mesuré la densité apparente de chacun des horizons du sol.
- **La densité apparente** : nous avons comparé les mesures obtenues à la sonde gamma densimétrique à celles des cylindres. Les densités obtenues à Salak au densitomètre à membrane (GUIS, 1976) nous servent de référence (cf. tableau I, p. 103).

La méthode des cylindres donne des volumes plus faibles (variant entre 1,58 à 1,66) pour les horizons superficiels, tandis que ses valeurs rejoignent celles de la sonde (valeurs supérieures à 1,70) à partir de l'horizon compact du sol (50 cm de profondeur).

Quant aux valeurs référentielles, elles sont encore plus faibles en surface (1,40 pour les 20 premiers centimètres), puis elles rejoignent celles de la méthode des cylindres (1,60 entre 20 et 40 cm de profondeur, puis 1,80 au-delà de 40 cm de profondeur).

On constate donc que les trois méthodes présentent des valeurs identiques à partir de 50 cm de profondeur.

TABLEAU I

Résultats de densités apparentes
selon trois méthodes de mesures

Méthodes utilisées	Densité apparente Méthode des cylindres	Densité apparente Méthode du densitomètre à membrane	Densité apparente Méthode sonde gamma densitométrique avec étalonnage
Sol	Hardé nu	Hardé nu	Hardé nu
Profondeur (cm)			
0-10	1,58	1,40	1,76
10-20	1,58	1,40	1,62
20-20	1,66	1,60	1,72
30-40	1,60	1,60	1,79
40-50	1,79	1,80	1,77
50-60	1,79	1,80	1,78
60-70	1,79	1,80	1,76
70-80	1,79	1,80	1,84
80-90	1,78	1,80	1,87
90-100	1,88	1,80	1,90
100-110	1,88	1,80	1,85
110-120	1,88	1,80	1,85
120-130	1,88	1,80	1,90
130-140	1,88	—	1,90
140-150	1,88	—	1,92
150-160	1,88	—	1,92
160-170	1,88	—	1,92
170-180	1,88	—	—

■ Les mesures des réserves hydriques du sol

La périodicité des campagnes de mesure est décadaire pendant la saison des pluies et mensuelle en saison sèche. Au niveau du tube, les mesures sont faites tous les 10 cm et la profondeur maximale explorée est de 170 cm.

RÉSULTATS

VARIATIONS SAISONNIÈRES
DES PROFILS HYDRIQUES

■ Évolution au cours de la saison des pluies 86
Fig. 1, p. 104

● Avril 86

En cette fin de saison sèche, l'humidité est comparable sur les différents profils, bien qu'elle soit légèrement plus élevée sur le traitement « diguette + labour », où un stock d'eau important accumulé en saison des pluies 85 n'a pas encore disparu totalement.

● Juin 86

Les premières pluies de l'année viennent de tomber. Sur le témoin « simple trouaison », seuls les vingt premiers centimètres ont pu se recharger.

Sur les autres traitements, l'humidité a déjà augmenté jusqu'à 60 cm, particulièrement sur le traitement « diguettes ».

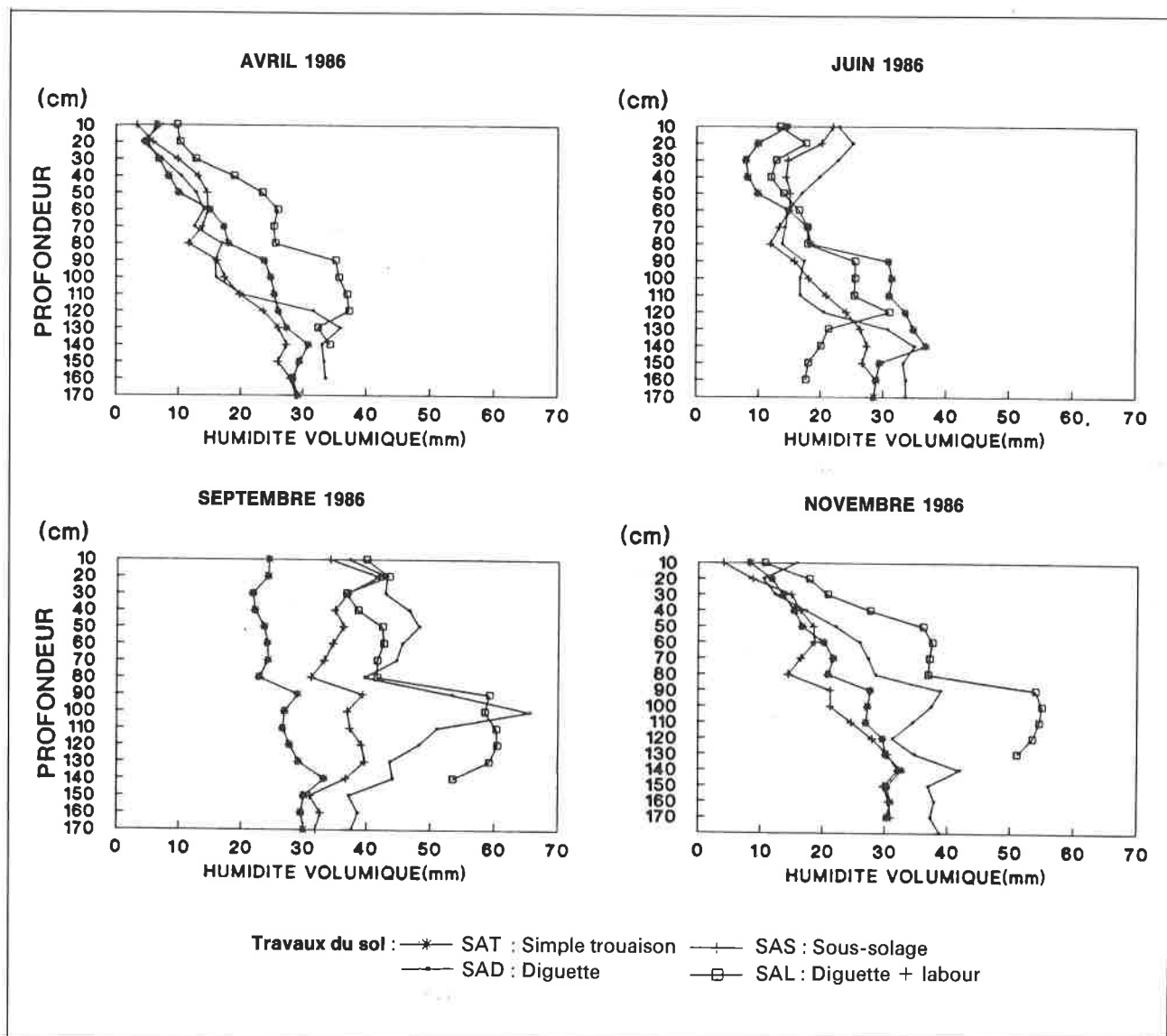
● Septembre 86

Les dernières pluies de l'année tombent sur la parcelle. Le sol de tous les traitements a été rechargé en eau jusqu'à plus de 1,2 m de profondeur. La quantité stockée reste cependant très faible sur le témoin. Sur les autres traitements, l'humidité est comparable en surface mais, en dessous de 30 cm de profondeur, elle est supérieure sur les traitements avec diguettes (labourés ou non). Le profil n'est pas régulier et il existe une couche plus sèche à 80 cm de profondeur et une couche très humide entre 90 et 100 cm de profondeur.

● Novembre 86

Il ne pleut plus depuis deux mois et le vent sec dessèche les horizons superficiels de tous les sols.

FIGURE 1
Evolution des profils hydriques du planosol de Salak
au cours de la saison des pluies 1986, pour 4 types de travaux du sol



Les traitements sans diguettes (trouaison et sous-solage) ont repris leur profil du mois d'avril.

Les traitements avec diguettes conservent des réserves d'eau jusqu'au-delà de 170 cm de profondeur, en particulier pour la parcelle labourée

■ **Évolution au cours de la saison des pluies 87**
Fig. 2, p. 105

● **Avril 87**

Les profils sont identiques à ceux d'avril 86.

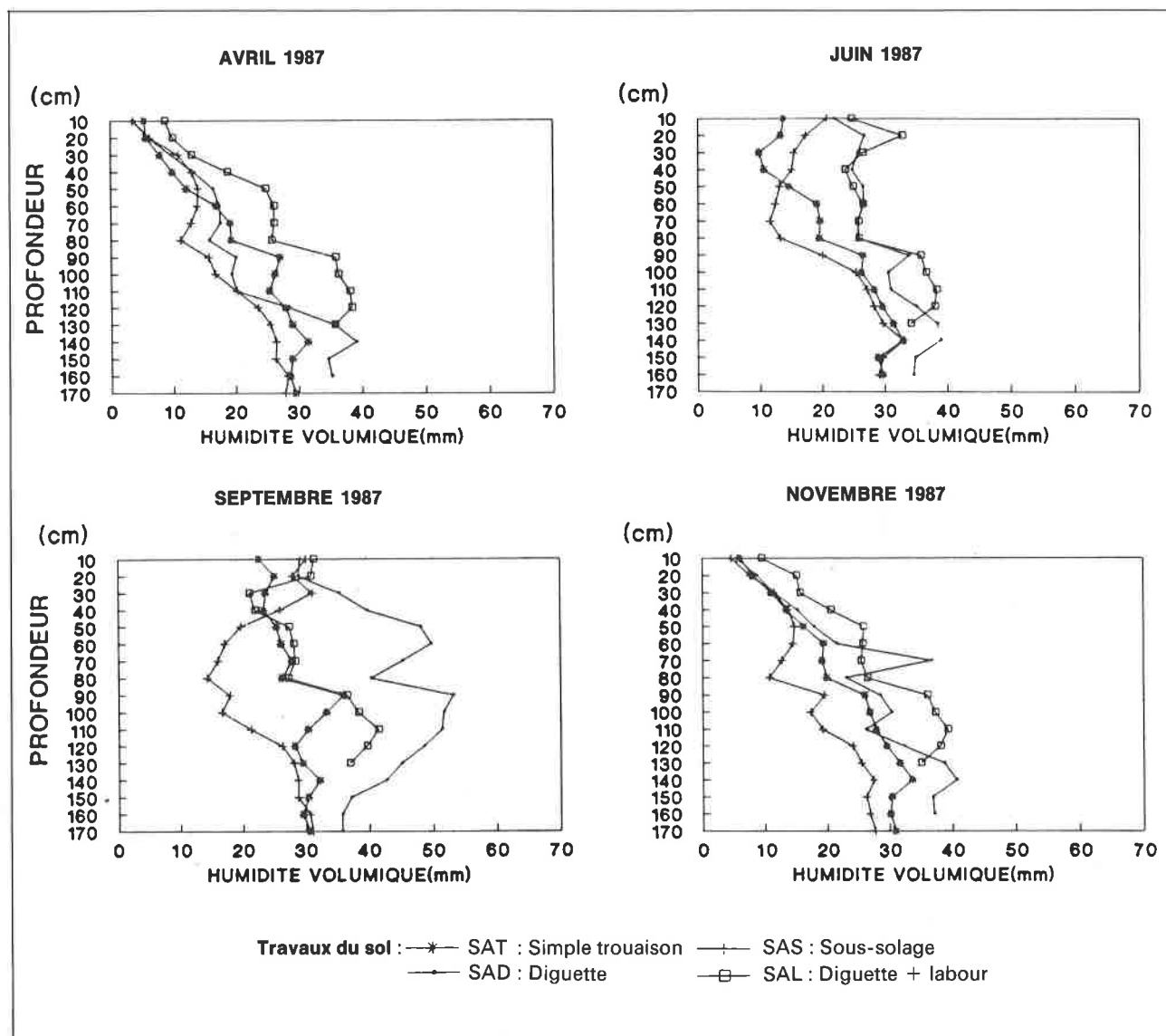
● **Juin 87**

En ce début de saison des pluies, on remarque, comme l'année précédente, un rechargement très faible et très superficiel sur le témoin « trouaison », à peine plus important sur le traitement « sous-solage » et très bon sur les parcelles aménagées à l'aide de diguettes. Celles-ci bénéficient, en outre, de leur reliquat de stock d'eau accumulé en 86 en profondeur.

● **Septembre 87**

A la fin de cette saison des pluies, il est étonnant de constater que, sur le traitement sous-solage, seuls les 40 premiers centimètres sont mieux rechargés que le

FIGURE 2
Evolution des profils hydriques du planosol de Salak,
au cours de la saison des pluies 1987, pour 4 types de travaux du sol



témoin. Il est possible que le passage des dents de riper ait créé une «semelle de labour» à ce niveau, qui nuise à l'alimentation des couches profonde (simple hypothèse non vérifiée).

Le traitement « diguette » est devenu bien meilleur que le traitement « diguette + labour » (SAL) et assure un très fort chargement du sol en eau jusqu'à plus de 1,5 m de profondeur. Il faut remarquer que, sur le traitement SAL, le labour n'a, en fait, été réalisé qu'en 85 et 86. Celui-ci, très superficiel, n'a pas modifié la texture du sol durablement ; cependant, il a retardé fortement l'installation du tapis herbacé. Or, la

couverture végétale favorise l'infiltration de l'eau et permet le développement d'une macrofaune du sol qui améliore la porosité du sol. Ceci explique, sans doute, la supériorité du traitement « diguette sans labour » sur tous les autres traitements.

• **Novembre 87**

Le dessèchement des profils en profondeur est plus rapide qu'en 86. Ceci peut en partie s'expliquer par le développement des arbres qui « pompent » l'eau des horizons profonds jusqu'au début de la saison sèche.

LES TERRES HARDÉ

Sur sol Hardé, les plantations sans dispositif d'économie de l'eau sont souvent vouées à l'échec.



A Haissa-Hardé, dans les essais du CRF, les espèces exotiques (neem, eucalyptus, dalbergia,...) plantées sans dispositif d'économie de l'eau, sur un sol Hardé, ont disparu. Seule une espèce locale (*Acacia nilotica*), qui constituait la clôture de l'essai, a survécu (flèche).



A Mora, dans un boisement communautaire, il ne reste que les espèces locales préexistantes. Les petits carrés d'herbe (flèches) se sont développés sur les trous de plantation qui constituent le seul dispositif d'économie de l'eau.



A Maroua-Salak, emplacement d'un trou de plantation de $40 \times 40 \times 40$ cm, quelques années après son rebouchage et mise en place d'un jeune plant d'arbre qui est mort. Le travail de trouaison/rebouchage a mélangé les horizons et a rendu le sol plus perméable. Ceci a permis la croissance de cette touffe de graminées.

VARIATIONS DES RÉSERVES HYDRIQUES DU SOL

■ **Évolutions interannuelles des réserves hydriques**

L'évolution des réserves hydriques d'une année à l'autre, pour les différents traitements, ne pouvait être étudiée qu'en prenant des périodes de pluviométrie cumulée comparables. Nous nous sommes donc fixés comme référence une hauteur de pluie de 300 mm.

Cette hauteur d'eau a été atteinte :

- le 12 juillet 1985 (pluviométrie cumulée égale à 343 mm)
- le 16 juillet 1986 (pluviométrie cumulée égale à 302 mm)
- le 10 août 1987 (pluviométrie cumulée égale à 315 mm).

L'interprétation du tableau II montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les traitements quand on considère l'ensemble du profil. La ségrégation apparaît dans le classement lorsqu'on prend en compte uniquement les 60 premiers centimètres qui représentent la partie du profil la plus facilement humectable ; SAD semble être le meilleur traitement mais il n'y a pas de différence significative avec les traitements SAS et SAL ; SAT présente les réserves les plus faibles.

TABLEAU II

Réserves hydriques moyennes du sol le 12.07.85

Paramètres Travail du sol	HV total (mm)	Classement HV total	HV 60 (mm)	Classement HV 60
SAD	540	A	191	A
SAS	464	A	174	A
SAL	431	A	149	A B
SAT	357	A	100	B

- HV total (mm) : humidité volumique en mm sur tout le profil (170 cm).
- HV 60 (mm) : humidité volumique en mm sur les 60 premiers centimètres.
- A, B, C = classement de l'efficacité du traitement par ordre décroissant.
- Les valeurs HV sont ici la moyenne des quatre répétitions.

TABLEAU III

Réserves hydriques moyennes du sol le 16.07.86

Paramètres Travail du sol	HV total (mm)	Classement HV total	HV 60 (mm)	Classement HV 60
SAD	517	A	181	A
SAS	427	A	146	B
SAL	402	A	122	B
SAT	333	A	87	C

Le tableau III montre qu'à la deuxième saison des pluies, on constate une domination significative de SAD sur les autres types de travail du sol et en particulier sur le sous-solage. Comme en 1985, cette domination n'est significative que dans les 60 premiers centimètres.

On constate, par ailleurs, que la capacité de stockage d'eau a régressé pour le sous-solage (SAS).

TABLEAU IV

Réserves hydriques moyennes du sol le 10.08.87

Paramètres Travail du sol	HV total (mm)	Classement HV total	HV 60 (mm)	Classement HV 60
SAD	533	A	170	A
SAL	386	B	99	B
SAT	341	B	94	B
SAS	331	B	90	B

Le tableau IV permet de constater que le traitement SAD continue à être le meilleur de façon significative en troisième saison des pluies. SAS régresse et ce traitement est relégué au dernier rang ; il n'y a plus de différence significative entre SAL, SAS et SAT.

■ **Présentation synthétique des résultats**

Nous donnerons ici, dans un premier temps, l'appréciation globale du régime hydrique des différents traitements ; nous aborderons, ensuite, les résultats du calcul sommaire d'ETR et de ses variations, non seulement interannuelles mais également intertraitements.

Le tableau V, p. 108, confirme les observations faites sur les profils hydriques, c'est-à-dire une amélioration progressive des réserves hydriques pour les traitements SAD, SAL et SAT et l'évolution en sens inverse pour SAS.

LES TERRES HARDÉ

TABLEAU V

Appréciation globale du régime hydrique des différents traitements

ANNÉE	Traitement	Précipitations	Réserves hydriques des 170 cm du sol en fin de saison des pluies (mm)	So = stock d'eau du sol en fin de saison sèche (mm)	Durée (mois où les réserves du sol sont \leq So)	Profondeur maximale humectée (cm)
1985	SAD	676,7	603			150
	SAL	676,7	445			80
	SAS	676,7	490			100
	SAT	676,7	351			40
1986	SAD	597,7	547	395	2	170
	SAL	597,7	511	311	2	170
	SAS	597,7	491	327	2	170
	SAT	597,7	389	307	4	90
1987	SAD	603,8	530	428	2	150
	SAL	603,8	477	324	2	120
	SAS	603,8	409	300	3	80
	SAT	603,8	386	308	4	90

La durée pendant laquelle le stock est au niveau le plus bas est de deux mois pour SAD et SAL, de quatre mois pour SAT ; elle évolue au cours des années en se rallongeant pour SAS.

Quant à la profondeur maximale humectée pendant la saison pluvieuse, elle est supérieure ou égale à 150 cm pour les trois années étudiées. Cette évolution est irrégulière selon les années pour SAL et SAS, avec une tendance pour SAS à un retour, en 1987, au « goulot d'étranglement » à 80 cm de profondeur.

Quant à SAT, la profondeur passe de 40 cm à 90 cm.

Le tableau VI montre une rentabilité presque constante et faible (0,8) pour SAT, variable pour SAD et SAL (elle est en effet de 1,8 et 1,5 en 1985, puis de 2,3 et 3,6 en 1986 pour retomber à presque 1 en 1987). Quant au traitement SAS, la rentabilité de l'eau s'est maintenue à 1,6 et 1,9 mm de croissance en hauteur pour 1 mm d'eau utilisée en 1985 et 1986, pour plonger à 0,3 en 1987.

TABLEAU VI

Étude sommaire de la rentabilité de l'eau utilisée

ANNÉE	Traitement	Précipitations P (mm)	DS = variations du stock d'eau avant et après la saison des pluies (mm)	ETR = P — (DS) (mm)	DHt = Accroissement de la hauteur des arbres après la saison des pluies (mm)	R = $\frac{DHt}{ETR}$ mm/mm d'eau
1985	SAD	676,7	+ 153,08	524	760	1,8
	SAL	676,7	+ 107,09	570	890	1,5
	SAS	676,7	+ 142,36	535	840	1,6
	SAT	676,7	+ 52,36	624	530	0,8
1986	SAD	597,7	+ 230,26	367	840	2,3
	SAL	597,7	+ 357,53	240	860	3,6
	SAS	597,7	+ 235,74	362	700	1,9
	SAT	597,7	+ 218,21	379	380	1,0
1987	SAD	603,8	+ 119,74	484	350	0,7
	SAL	603,8	+ 119,30	485	620	1,3
	SAS	603,8	+ 19,41	584	210	0,3
	SAT	603,8	+ 51,57	552	510	0,9

R = efficacité de l'utilisation de l'eau de pluie (cela correspond à la croissance en hauteur par rapport à 1 mm d'eau consommé).

COMMENTAIRES ET DISCUSSIONS DES RÉSULTATS

■ La densité apparente

Les résultats obtenus présentent une certaine hétérogénéité dans les 50 premiers centimètres du sol ; au-delà de cette profondeur, les trois techniques sont concordantes.

La sous-estimation de la densité apparente par la méthode des cylindres pourrait être due à la sous-estimation du volume de sol prélevé. En effet, l'horizon de 0 à 40 cm est de texture sableuse ; son prélèvement est rendu difficile à cause de sa friabilité, surtout en saison sèche.

■ Variations interannuelles Les profils hydriques

● **En 1985** : durant cette année, on constate que l'humectation progressive se fait de la manière suivante :

- . d'abord les 40 premiers centimètres,
- . ensuite les 40 autres centimètres,
- . les 30 à 40 cm suivants,
- . et, enfin, l'ensemble du profil,

ce qui peut s'expliquer par la texture et la structure des horizons. Lorsque l'eau de pluie réussit à traverser la pellicule noire battante, elle humecte la couche de 40 cm d'épaisseur située en dessous et constituée de sable friable et poreux. Lorsque cette couche est saturée, l'excès d'eau ruisselle s'il n'y a pas de dispositif (c'est le cas de SAT) pouvant obliger l'eau à s'infiltrer. En cas de sous-solage, on augmente l'épaisseur du sol pouvant stocker de l'eau ; celle-ci dépasse la profondeur maximale du sous-solage (entre 45 et 60 cm).

Quant aux diguettes, qui constituent des mini-barrages le plus souvent saturés pendant toute la saison pluvieuse, elles obligent l'eau à s'infiltrer dans les couches les plus profondes.

Au début de saison sèche (novembre), une baisse rapide des réserves hydriques est constatée sur les quatre traitements ; ce mouvement touche l'ensemble de leur profil. Le profil du traitement SAS se confond avec celui du SAT (surtout au-delà des 80 cm de profondeur) ; SAD et SAL conservent encore quelques réserves. Le sous-solage, en aérant davantage le sol, rend ce dernier plus sensible à l'évaporation ; il permet, par ailleurs, une consommation plus élevée d'eau (par transpiration). Les arbres se retrouvent dans un milieu moins asphyxique.

En saison sèche, le dessèchement des profils continue à affecter les horizons superficiels qui conservaient encore quelques réserves.

● **En 1986** : amélioration du traitement SAT ; cette amélioration s'explique par le voisinage des autres traitements et par la protection de la parcelle :

Le voisinage des autres traitements : pour avoir un « bon témoin », il aurait fallu l'isoler des trois autres traitements. En effet, le voisinage des diguettes ou du sous-solage crée forcément un blocage d'eau (non souhaité) au profit du témoin ; cette eau bloquée finit par s'infiltrer. Par ailleurs, le tapis herbacé, qui se constitue dans les placeaux SAD, SAL et SAS, progresse par plages successives vers le traitement-témoin.

Protection de la parcelle : l'ensemble de la parcelle est protégé contre le bétail et contre le feu ; le tapis herbacé reconstruit pendant la saison des pluies est maintenu et sert de « mulch » à la prochaine saison des pluies.

● **En 1987** : perte relative d'efficacité du sous-solage. Il faut signaler qu'on parle de perte d'efficacité du sous-solage surtout par rapport à la trouaison. Trois facteurs semblent se conjuguer : l'ETR, la topographie, la battance :

• **L'ETR** : nous avons vu que l'évaporation et la transpiration sont élevées pour le traitement SAS : 535 mm en 1985, 362 en 1986 et 584 (le plus élevé) en 1987.

• **La topographie** : après le sous-solage, nous avons expressément évité de casser les mottes laissées par le bulldozer, afin de rendre le terrain plus rugueux et « casser » ainsi le ruissellement. Ces mottes, malgré les différentes saisons pluvieuses, n'ont pas été détruites par l'humectation. Elles ont été quelque peu érodées ; une espèce de « carapace » s'est formée protégeant le centre de la motte de l'hydratation ; la couche périphérique enlevée a servi à colmater les fissures entre les mottes. C'est ainsi que les placeaux précédemment sous-solés représentent aujourd'hui des parties exondées par rapport aux autres traitements. Les espaces entre les mottes, qui autrefois servaient de points d'infiltration de l'eau, sont fermés par le ciment issu de l'érosion de ces mêmes mottes. Il s'ensuit qu'une grande partie de l'eau ruisselle vers les placeaux voisins.

• **La battance** : contrairement aux autres traitements, la couche de battance se reforme très rapidement sur les placeaux sous-solés ; ce phénomène s'observe également sur les plages de sol (SAT) non encore enherbées ; en revanche, la présence du tapis her-

bacé (SAD et SAL) semble s'opposer à la reconstitution de la couche de battance.

CONCLUSION

L'étude du régime hydrique de Salak nous a permis de faire le constat suivant :

- Sans travail du sol, seuls les 40 premiers centimètres sont humectés pendant la saison des pluies ; le reste d'eau ruisselle.
- Le sous-solage permet un meilleur stockage de l'eau en saison des pluies; le sol se dessèche cependant assez rapidement (ETR élevée).
- L'effet « conservateur d'eau du sous-solage » diminue assez rapidement dans le temps. Les réserves hydriques deviennent même inférieures à celles de la simple trouaison, dès la troisième saison de pluies.
- Les diguettes représentent le type de préparation de sol, couramment utilisé par les populations, le plus conservateur d'eau. L'infiltration dépasse ici l'horizon « induré » B. Le profil se dessèche plus lentement ; il est même inutile de procéder à un grattage superficiel qui présente l'inconvénient d'éliminer la végétation herbacée.

L'effet « voisinage » se manifeste ici par l'amélioration des conditions d'économie de l'eau de la simple trouaison. Ce traitement profite, en effet, du blocage de l'eau des traitements voisins qui constituent un barrage tout autour de SAT. Ses réserves hydriques augmentent ; la couverture herbacée apparaît et joue le rôle de « mulch ».

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- EYOG MATIG (O.), 1984. — Trois années d'études du bilan hydrique sur les parcelles de Djarengol et Laf. IRA -CRF, Antenne de Maroua.
- FLORET (C.) et PONTANIER (R.), 1982. — L'aridité en Tunisie présaharienne. Travaux et Documents de l'ORSTOM n° 150, Paris, 544 p.
- GUIS (R.), 1976. — Un bilan des travaux visant à la mise en culture des sols Hardé du Nord-Cameroun. *Agro. Trop.* 31 (2).
- PELTIER (R.), 1988. — Résultats des essais sylvicoles des stations de l'Antenne du Centre de Recherches Forestières. Mesures 1987-1988. IRA-CRF, Antenne de Maroua.
- VAILLE (J.), 1970. — Essais de mise en valeur des sols Hardé du Nord-Cameroun. *Agro. Trop.* 25 (5).

Oscar EYOG MATIG
Institut de la Recherche Agronomique
BP 415
Garoua (Cameroun)