314/78
CN0100328
F070
CHO

G VII

COLLOQUE INT. FAO/AIEA SUR L'EMPLOI DES ISOTOPES ET DES RAYONNEMENTS DANS LA RECHERCHE EN PHYT'UPEDOLOGIE
11.15.Déc. 1978 COLOMBO SRI LANKA - AIEA-'SM-235/22

1978 (22)

LE TRAVAIL DU SOL ET LE MULCH PAILLEUX : INFLUENCES COMPAREES SUR L'ECONOMIE DE L'EAU DANS LE SYSTEME, ARACHIDE - MIL AU SENEGAL

JL. CHOPART*, R. NICOU** et G. VACHAUD***

* Institut de Recherches Agronomiques Tropicales (IRAT) Agronomr mis à la disposition de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA CNRA de BAMBEY, SENEGAL)

** Institut de Recherches Agronomiques Tropicales (IRAT) Centre Gerdat - B.P. - 5035 - 34032 MONTPELLIER FRANCE

*** Institut de Mécanique de Grenoble - B.P. - 53 - 38041 G'RENOBLE - FRANCE.

R E S U M E

Au Sénégal, l'alimentation hydrique est très souvent la facteur limitant principal du rendement des cultures, il convient de mettre au point des techniques qui permettent une utilisation optimale de la faible pluviométrie.

A cette fin on compare le labour réalisé en traction bovine après la récolte et le paillage avec travail minimum du sd. L'humidité est contrôlée par une sonde à neutrons, ot des tensiomètres

Le paillage du sol n'a pas d'effet sur les stocks hydriques pendant la saison sèche s'il n'est pas accompagne d'un désherbage. L'effet du paillage, sur la réduction de l'évaporation est plus intéressant pendant la saison des pluies. Le labour de fin de cycle permet de limiter les pertes d'eau en saison sèche, et de créer en saison des pluies des conditions favorables à l'alimentation hydrique de la plante grâce à un développement racinaire plus important.

En 1977, année très sèche, le labour a augmenté de 52 % le rendement de l'arachide par rapport au témoin sans travail du sol. Sur le traitement avec désherbage en saison sèche, paillage et travail du sol minimum, les rendements sont supérieurs au témoin (+ 27 %), mais cependant nettement inférieurs au labour de fin de cycle, En absence de désherbage en saison sèche, l'effet du paillage et travail minimum est nul par rapport au témoin.

Comme le paillage parait par ailleurs plus difficile à introduire que-le labour do fin de cycle dans les systèmes agricoles sénégalais, cette dernière technique semble plus indiquée pour favoriser l'alimentation hydrique des cultures.

SUMMARY

A comparative study is presented on the effects of after cropping oxen ploughing and minimum tillage with straw mulch as soil water conservation techniques on a sandy soil in central part of Senegal, Neutron probe and tensiometers were used to determine the water balance.

It is shown that the effectiveness of straw mulch during the dry season is very limited, if not associated with a weed killing treatment ; the straw mulch seems efficient to reduce evaporation during the rainy season. On the other hand, ploughing permits as well to limit water losses during the dry season and to increase water availability to the root during the wet season.

Finally far the drought of 1977, and compared to a standard treatment (zero tillage), grain yield of peanut was increased by 52 % with the use of ploughing, and by 27 % by the use of minimum tillage and straw mulch with a dry seaeon weed killing. The water storage in the first meter of soil at the end of the dry season following the peanut crop was respectively of 25, 45 and 70 mm for standard, mulch end ploughing.

Due to practical problems, such as grazing by cattle, straw mulch is not applicable in Senegal, and oxen ploughing seems to be a very promisive technique to be developed in order to conserve water end to increase yields.

La moitié nord du Sénégal est caractérisée par une pluviométrie faible et irrégulière. Dans cette région, il existe un déficit vivrier qu'il est urgent de combler par une augmentation do la productivité notamment pour le mil, principale culture vivrière, et l'arachide qui procure l'essentiel du revenu monétaire des paysans.

Or, l'alimentation hydrique est très souvent le facteur limitant principal du rendemont. A défaut de pouvoir irriguer de vastes superficies, il faut favoriser une utilisation optimale de l'eau pluviale. Ceci passe par le conditionnement du sol pour répondre aux trois objectifs suivants :

- emmagasiner l'eau de pluie en favorisant son infiltration
- limiter les pertes par évaporation directe du sol et par percolations en profondeur,
- améliorer les possibilités d'alimentation hydrique en favorisant la croissance racinaire.

Nous avons montré depuis plusieurs années (/¯1_7 /¯2_7 /¯3_7) que le travail du sol, et en particulier le labour, est une condition essentielle de l'amélioration des rendements dans les sols sableux mal structurés du Sénégal, Son effet sur l'économie de l'eau n'avait pas encore été finement caractérise. Cela a été rendu possible grâce à l'utilisation d'un humidimetre à neutrons.

Nous avons profite de cette étude pour comparer également l'effet du labour à celui du travail minimum du sol à la dent sans retournement, utilisé avec succès dans d'autres régions tropicales. Ceci permet en effet de laisser un paillage permanent sur le sol, avec des effets bénéfiques sur la température du sol, l'enracinement et l'économie de l'eau /¯4_7.

Il a donc paru intéressant de comparer les deux systèmes :

- labour
- minimum tillage + paillage

en prenant comme référence le système traditionnel et en étudiant leurs effets sur l'économie de l'eau, l'évolution des caractéristiques du sol, l'alimentation hydrique et la production du mil et de l'arachide. Ce travail a été réalisé au Centre National de Recherches Agronomiques de Bambey et a bénéficié d'une aide en matériel et mission de l'AIEA.

1 - CARACTERISATION DES CONDITIONS D'ESSAI

11 - Dispositif d'étude - Traitements

L'expérimentation est conduite sur la succession culturale Mil - Arachide. Deux séries décalées dans le temps permettant d'avoir chaque année les deux plantes de la rotation. Chaque série comporte 6 répétitions et débute par une culture uniforme de mil sans travail du sol, ce qui permet d'avoir un test sur l'homogénéité du terrain. Los traitements ne se différencient qu'après la récolte do cette première culture.

L'essai est entièrement réalisé en culture attelée bovine.

Dans le tableau n° 1 sont présentés les différents traitements tels qu'ils sont pratiqués pendant les trois premières années.

La profondeur des labours effectués avec une charrue à soc, est en moyenne de 18 cm, tandis que colle du travail à la dent en sec réalisé à l'aide de dents rigides équipées d'un soc de petit modèle varie autour de 10 cm.

La quantité do pailles de mi.1 épandue sur les traitements 2 après cette culture est de 4 tonnes/ha ce qui correspond à la production moyenne de paille de cette culture. Sur le traitement 3, la quantité est double. On note que même un apport de 8 T/ha de pailles de mil est insuffisant pour assurer une couverture complète du sol. Celle ci est réalisée sur le traitement 6 avec un apport de 12 T/ha environ de pailles de mil et d'herbes.

Le semis du mil (variété Souna III) est effectué à la main en paquets à 1 m x 1 m.

L'arachide (variété 55-437) est semée au semoir, à 40 cm d'écartement entre les lignes comme cela est pratiqué dans tout le Sénégal. Dans le cas des parcelles mulchées, celà pose beaucoup de problèmes.

12 - Le Sol

Les deux séries distantes d'environ 500 mètres ont été implantées sur un sol ferrugineux tropical lessive (Cambic aeénosol) dont la texture sableuse est plus accentuée dans la série II (le taux d'argile + limon varie de 4 à 8 % dans les deux premiers mètres) que dans la série 1 (variation de 7 à 14 % dans les mêmes conditions).

. . ./. . .

La fraction argileuse, peu importante, est essentiellemont constituée de kaolonite et de sesquioxydes de fer. Dans la fraction plus grossière ce sont les sables fins 50-200µ qui dominent avec plus de 60 % du total.

Le taux de matière organique est faible, (0, 4 %) de même que la capacité d'échange de cations (2,5 à 4,0 meq/100 g de sol), et la porosité naturelle (de 40 à 42 %).

13 - Le Climat

Le climat se caractérise par une alternance entre une saison des pluies de 3 mois et demi entre juillet et octobre et par une longue saison sèche. La pluviométrie moyenne sur 55 ans à Bambey est de 640 mm, mais la variation annuelle est très forte (±28%). ?

Les pluviométries des années 1976-1977-1978 figurent dans le tableau II

En 1977, une sécheresse complète a sévi entre le 28 Juillet et le 13 Août alors quo les réserves hydriques étaient faibles. En 1978, le début de la saison des pluies utile a été tardif (21 juillet), mais la pluviométrio a été ensuite suffisante et régulière.

14 - Méthodes de mesure

L'évolution des stocks d'eau dans le sol a été contrôlée grâce à un humidimètre à neutrons (TROXLER). On dispose de 5 points de mesure sur la série 1 et de 6 points de mesure sur la série II, soit un point par traitement. La profondeur des tubes est de 260 cm. Les tubes sont entourés d'un anneau métallique pour limiter les effets de ruissellement. Des tensiomètres implantes en profondeur pendant la saison des pluies ont servi à contrôler les pertes par percolation [5].

Des mesures d'enracinement ont été réalisées en prélevant la totalité du sol situe sous une surface de '1 m^2 pour le mil et de 0,225 m^2 pour l'arachide, par tranches de 10 cm. Les racines sont séparées du sol prélevé par tamisage sous jet d'eau.

2 - RESULTATS

Après la mise en place des traitements, on a suivi à la fois les diminutions dos stocks d'eau dans le sol pendant les saisons sèches (fig. 1, 2) et la consommation de la culture en saison des pluies 1977. En effet, du fait de la faible pluviométrie, le front d'humectation n'a pas dépassé une profondeur comprise

.../...

ontro 150 et 200 cm on 1977 ; d'autre port les tunsiomètros implantés on profondour ont permis de constator quo los pertus par porcolation profonde pendant la culture ont été nulles ou négligeables (yradient de charge très voisin do zéro ontrs 130 et 150 cm, Les mesures globales sont données tableau III

En 1977, los rondomonts d'arachido onrogistrés sur la série 1 figurent ou tableau N° IV. La confrontation dos consommotions hydriquos et des rendements onrogistrés à l'emplacement des tubes sur une surface de 10 m^2 contenant le tube en son centre permet de comparer l'efficience de l'eau consommée sur les différents traitements (tableau N° IV). Pour 1978, on ne dispose pas encore des résultats de rendement à la récolte.

3 - DISCUSSION

31. Evolution des stocks d'eau en saison sèche

311. Après la culture de mil d'homogénéisation

Au moment de la mise en place des traitements, les stocks d'eau entre 0 et 260 cm sont assez comparables d'un traitement à l'autre à l'intérieur d'une même série ; environ 260 $\pm$ 20 mm sur la série 1 et 350 $\pm$ 10 mm sur la série II

Pendant la saison sèche qui suit la culture du mil, le traitement avec paillage sans désherbage après la récolte (T2), a un comportement presque identique au témoin sans paillage ni désherbage (T1), aussi bien sur la série 1 que sur la série II. Le labour de fin de cycle (T4-T5) par contre, permet une réduction des pertes de près de la moitié dans la série 1.

Pour la série II, une pluie de 39 mm est intervenue le 15 Octobre après la réalisation du travail du sol ; elle est systématiquement prise en compte dans l'estimation des variations de stocks présentées au tableau N° II.

.../...

On voit que les pertes sont légèrement plus importantes pour le traitement labour que pour la série 1, On peut estimer que la pluie a détruit la structure mottouse créée par le labour. Les différences par rapport au témoin et au traitement 2 restent néanmoins appréciables.

Le rôle d'un paillage très important de 12 T/ha mis en place après un labour de fin de cycle (T6) ne semble pas avoir d'effet sur les pertes pendant la saison sèche 1976-77 par rapport au labour de fin de cycle. On peut estimer que la diminution des pertes obtenue sur la série II en 1977-78 entre les traitements T4-5 et T6 provient surtout de la destructuration du labour.

Le traitement avec désherbage et paillage double (T3) parait avoir une bonne efficacité, comparable à celle d'un labour de fin do cycle.

312 - Après culture de l'Arachide de 2e Année (série 1 1977-78)

Les pertes après arachide sont, pour tous les traitements comparés deux à deux, nettement inférieures à celles enregistrées après mil pour les deux séries étudiées précédemment.

On peut estimer que,au cours de la récolte mécanique de l'arachide par soulevage effectué le londemain de la dernière pluie du 15-10, on a réalisé en fait un travail du sol à 8-10 cm sur la moitié de chaque interligna, ce qui a fortement limité les repousses de mauvaises herbes. Dans ces conditions, les effets du paillage (T6) et du labour (TO-5) sont moins nets. Le labour permot toutefois de réduire de moitié les pertes par rapport au traitement 2 qui, en deuxième année, est en fait un témoin. Les pailles se sont on effet presque complétement décomposées au cours de la saison des pluies précédente. Les pertes assez faibles sur le traitement 1 sont dues à un niveau de départ déjà très bas,

Il faut surtout insister sur le fait qu'en fin de saison sèche, les différences do stocks totaux entre le témoin et les labours sont très importantes puisque l'on dispose de 100 mm de plus sur 260 cm de profondeur. Ce résultat confirme l'efficacité du labour comme méthode de report des réserves d'une année sur l'autre.

32 - Evapotranspiration pendant la culture et rendement en 1977

En 197'7, après une pluie de semis importante le 8 Juillet, une sécheresse presque complète s'est installée jusqu'au 13 Août.

.../...

A la fin de cette première période de sécheresse, les cultures des traitements 1 et 2 avaient presque complétement épuisé les réserves infiltrées à la première pluie et elles manifestaient des signes très nets de manque d'eau. La végétation était toutefois mieux développée sur le traitement 2 (paillage et travail du sol sur les lignes do semis)

Sur les traitements avec labour de fin de cycle (T4-5) l'humidité du sol plus grande au départ a permis à la plante d'avoir une réserve d'eau plus facilement utilisable. La consommation a d'ailleurs été légèrement supérieure du témoin, et correspond à une végétation mieux développée. Sur le traitement 6 (labour de fin de cycle + paillage complet du sol) la mulch a joué un rôle efficace de limitation de la part de l'évaporation sol nu, et dès la fin du mois de Juillet, on assiste à des percolations en dessous de un mètre.

A partir du 15 Août, les pluies sont réapparues. Dans le cas du traitement avec travail minimum du sol (T2), la part de l'évaporation sol nu parait avoir été diminuée mais l'interception racinaire do l'eau de pluie a été moins efficace que sur les traitements labourés, puisqu'il y a eu une trbs sensible augmentation de stock au dessous de 1 mètre, c'est à dire en dessous de la zone principale d'extension de l'enracinement de l'arachide dont les dernières racines se situent entre 110 et 150 cm.

Un note quo la présence de paillage conduit à une réduction de l'évapotranspiration que ce soit en présence (comparaison T4-T6) ou en l'absence de labour (comparaison Tl-T2)

Les différences entre traitements sont surtout très importantes au niveau des rendements (tableau n° IV); Le labour de fin de cycle a permis d'obtenir des rendements comparables à ceux des années à pluviométrie favorable ; par contre sur le témoin on enregistre une productivité très diminuée. Le paillage du sol (4T/ha) associé à un travail du sol minimum a permis un bon démarrage de la culture et un bon comportement pondant la premiers période de sécheresse, mais les différences par rapport au témoin ont ensuite disparu au cours de la deuxième moitié du cycle. (comparaison des poids de pailles et des poids de gousses)

Lorsque le minimum tillago est associé à un paillage plus important du sol et à un désherbage efficace pendant la saison sèche

précédente, on obtient un bon maintien des réserves hydriques pendant la saison sèche, comparable à celui du labour de fin de cycle La culture a eu ensuite des conditions d'alimentation hydrique excellentes. Les rendements sont satisfaisants, mais cependant inférieurs au labour de fin de cycle. Le labour n'agit donc pas seulement sur l'économie de l'eau en saison sèche mais sur d'autres facteurs du rendement.

4 - CONCLUSION

En 1977, l'alimentation hydrique a été, de loin, le facteur limitant principal des rendements à Bambey comme dans la plus grande partie du Sénégal. Cette année a donc été particulièrement propice à l'étude de l'efficacité des techniques d'économie de l'eau.

Il apparait d'abord que pour être efficace en terme de conservation du stock hydrique pendant la saison sèche, le paillage du sol doit être associé à un désherbage.

On note que durant la culture, le paillage possède une certaine efficacité pour réduire la part de l'évaporation sol nu ; il Permet ainsi de stocker l'eau, mais peut favoriser des percolations dans la mesure oh le système racinaire de la plante n'est pas suffisamment développé, ce qui est semble-t-il le cas en l'absence de labour.

L'un des inconvénients du paillage est de ne pas permettre un travail du sol semi profond avec retournement. On doit se limiter à un travail minimum sur les lignes de semis, ce qui permet pas à l'enracinement do trouver des conditions de croissance et de fonctionnement favorables à l'obtention de haut rendements dans les conditions expérimentales.

Par ailleurs la population de plantes sur traitement avec paillage est systèmatiquement inférieure à celle obtenue sur les autres traitements ce qui peut être attribué à des conditions de levée défectueuses.

Le labour de fin de cycle quant à lui semble avoir une efficacité équivalente à celle d'un paillagc double avec désherbage en ce qui concerne la conservation de l'eau pendant la saison sèche. Il agit en provoquant un assèchement brutal de la couche de surface et en détruisant les mèches vivantes (mauvaises herbes) ou mortes (souches ou racines de la culture récoltée).

.../...

Il est nettement supérieur au témoin traditionnel et au paillage simple non désherbé.

Il permet de plus à la culture de développer rapidement un enracinement profond qui explore bien la profil, ce qui est un facteur important d'amélioration de l'alimentation hydrique et minérale de la plante dans les sols sableux profonds qui nous intéressent [3]. On note en effet qu'une partie importante des réserves hydriques est stockée en dessous de 1 mètre. Seul un enracinement dense en profondeur (favorisé par le labour) permet aux plantes de bénéficier de ces réserves profondes en cas d'épuisement des réserves de surface.

Sur le plan pratique enfin, il s'avère que le labour de fin de cycle est d'application plus réaliste que le paillage. En effet dans la plus grande partie du Sénégal, les pailles de mil et de jachère servent, entre autres, à l'alimentation animale ; laissées sur place en mulch, elles seraient rapidsment consommees par les animaux divagants.

De plus 10 semis mécanique en traction animale de l'arachide, ouramment pratique au Sénégal, s'avère impossible dans un sol paillé. Enfin les sarclages ne peuvent s'effectuer que manuellement ce qui augmente les temps de travaux. En effet au Sénégal, le désherbage chimique du mil ou de l'arachide n'est pas actuellement possible sur un sol paille.

Parmi les traitements comparés, le labour de fin du cycle reste la meilleure technique de valorisation du l'eau pluviale. Il est par ailleurs d'application plus réaliste que le système paillage avec minimum tillage.

R E F E R E N C E S

1 - CHARREAU, C - NICOU, R - L'amélioration du profil cultural dans les sols sableux et sabla-argileux de la zone tropicale sèche Ouest africaine et ses incidences agronomiques Bulletin agronomique N° 23 de l'agronomie tropicale IRAT PARIS 1971

2 - NICOU, R, Agronomie Trop. xxx-l (1974) 1100.

3 - CHOPART, JL - NICOU, R, Agronomie Trop. xxx-1 (1976 - 7)

4 - LAL, R, Rôle of mulchinq Technique in Tropical Soil and Water Management Bulletin Technique N° 1 IITA IBADAN (1975)

5 - VACHAUD, G, DANCETTE, C, SONKO, S. Ann. Agron. Vol 29 P.1-36 - 1978

Tableau - I : Traitements de l'essai Mulch - Labour - Minimum tillage

N° du traitement	MIL 1ère Année	ARACHIDE 2e Année		MIL 3e Année
	Après récolte	Avant semis	Après récolte	Avant semis
1	Pailles brûlées, pas de désherbage	Pas de travail du sol	Pailles d'arachide exportées, pas de désherbage	Pas de travail du sol
2	Pailles laissées sur place pour former un mulch continu, pas de desherbage	Travail à la dent en sec sur la ligne de semis de l'arachide	Pailles exportées, pas de désherbage	Travail à la dent sur la ligne de semis du mil
3	Pailles laissées sur place avec apport extérieur pour doubler la quantité. Désherbage chimique	Travail à la dent en sec sur la ligne de semis de l'arachide	Pailles exportées, apport extérieur de pailles de jachère pour couvrir complétement le sol Désherbage chimique	Travail à la dent sur la ligne de semis du mil
4	Enfouissement des pailles par labour de fin de cycle	Reprise du labour	Pailles exportées, labour de fin de cycle	Reprise de labour
5	Pailles exportées pour fabriquer du fumier. Labour de fin de cycle sans enfouissement	Reprise du labour	Pailles exportées, Labour de fin de cycle avec enfouissement du fumier	Reprise du labour
6	Labour sans enfouissement une fois pour toute paillage maximum après labour avec tiges de mil et herbes de jachère	Pas de travail, semis direct ↑ comment ? manuel ?	Pailles exportées. Paillage maximum par apport extérieur de jachère, désherbage chimique	Paillage maximum avec pailles de mil + apport extérieur de jachère. Pas de labour

on aurait aimé un traitement : export. de pailles + sarclage mécanique pour déterminer effet labour.

Tableau II : Pluviométrieomensuelles en mm des années 1976-1977-1978 sur l'expérimentation

	1976	1977	1378
Juin		8,3	10,3
Juillet	92,4	82,8	95,3
Août	89,0	148,8	228,3
Septembre	130,8	129,7	356,7
Octobre	36,9	48,0	5,4
T O T A L	349,1	417,6	696,0

Tableau III : Diminution des stocks d'eau entre 0 et 260 cm en saison sèche et consommation hydrique de la culture (en mm)

	T1	T2	T3	T4 - T5	T6
Pertes après culture de mil saison sèche 76-77 Série-I	110	97	-	40	38
Pertes après culture de mil saison sèche 77 - 78 Série-II	136	112	61	84	87
Pertes après culture d'arachide saison sèche 1977 - 78 Série 1	40	64		31	45
Consommation de l'Arachide en 1977 Série-I	345	304		370	325

Tableau IV : Caractéristiques biométriques et efficience de l'eau sur arachide en 1977 (Série 1)

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	CV %
Enracinement au 35e jour g de matière sèche/pied D-30 cm	0,292	0,344	-	-	0;417	0,384	-
30-60cm	0,072	0,092	-	-	0,097	0,148	-
Densité à la récolte	a 182000	a 156000	a 153000	b 173000	b 185000	ab 166000	7,2
Poids de pailles kg/ha	a 2104	a 2201	ac 2433	ac 2614	ac 2388	bc 2975	16,5
Poids de gousses kg/ha	a 1664	a 1598	b 2107	b 2478	b 2498	b 12569	15,6
Mat. sèche totale kg/ha	10,2	11,1	-	13,3		19,1	
Ev. transpiration totale mm							

Les résultats surmontés d'une même lettre ne sont pas différents significativement du seuil de 0,05

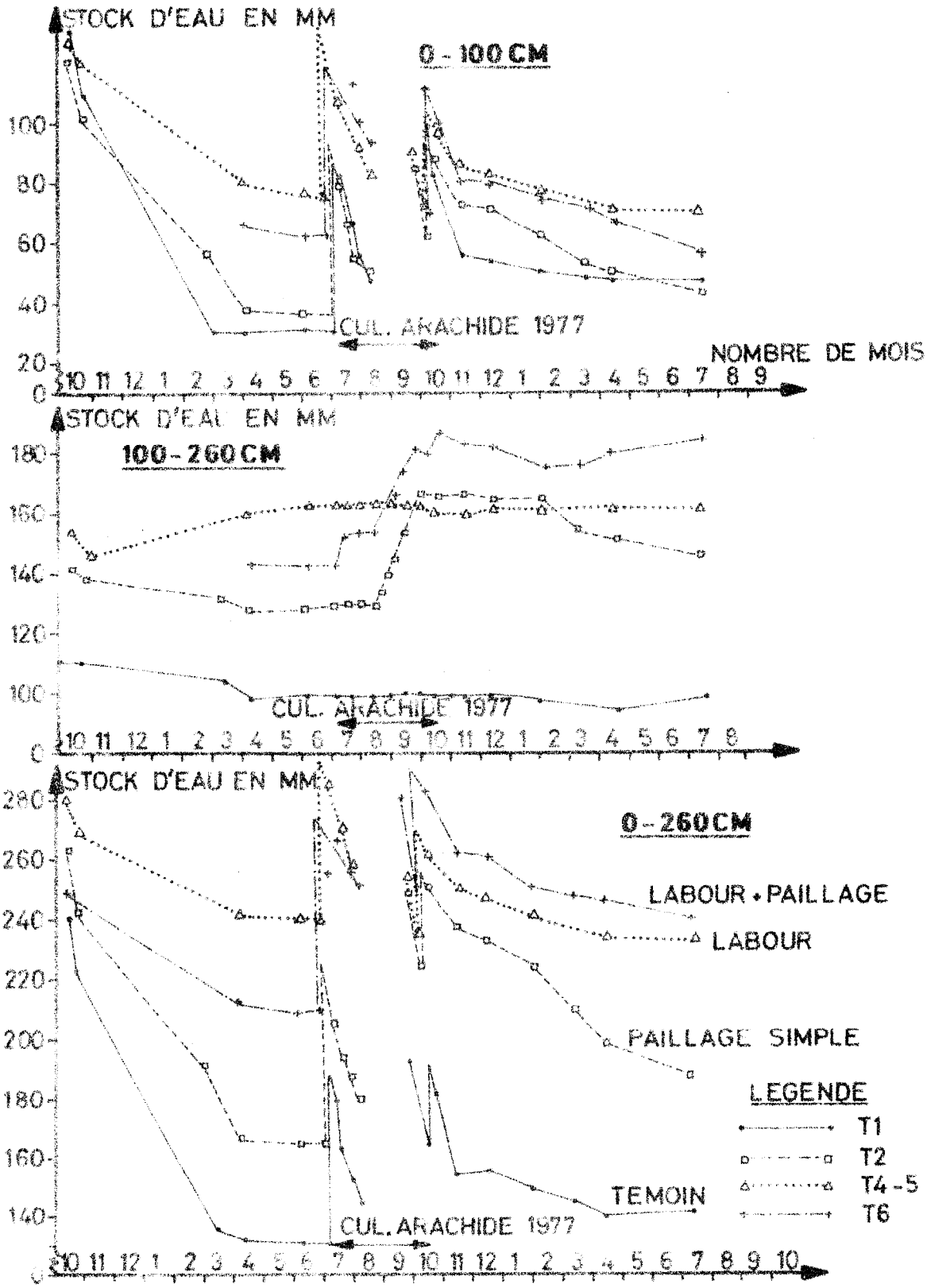

FIG. Nº 1 EVOLUTION DES STOCKS D'EAU DEPUIS LE DEBUT DE L'ESSAI ENTRE OCT. 1976 ET JUIL. 1978 SERIE I

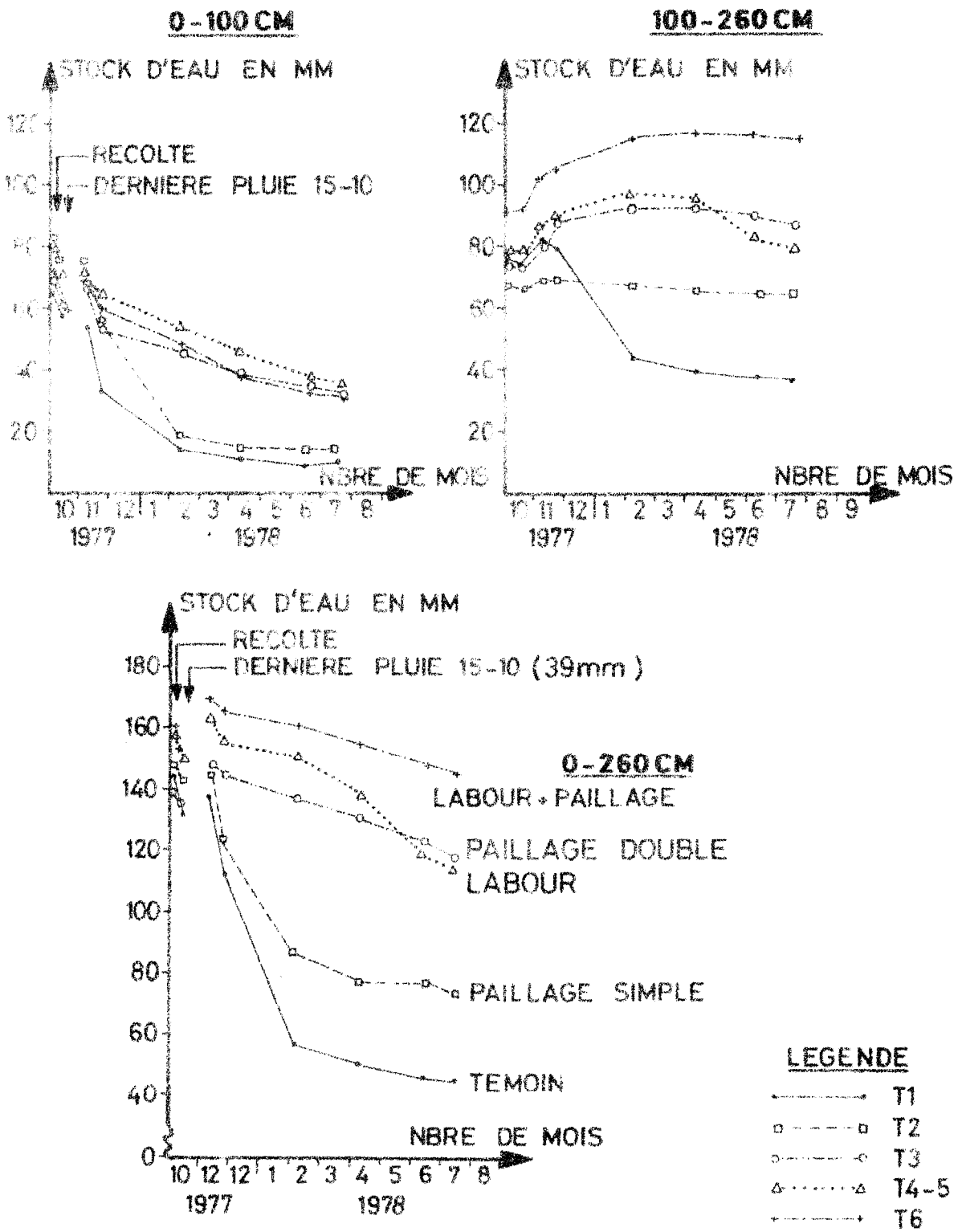

FIG.Nº2 EVOLUTION DES STOCKS DEPUIS LE DEBUT DE L'ESSAI ENTRE OCTOBRE 1977 ET JUILLET 1978

SERIE II