

REPUBLIQUE TUNISIENNE  
SECRETARIAT D'ETAT A L'EDUCATION NATIONALE  
CENTRE DE RECHERCHES POUR L'UTILISATION DE  
L'EAU SALEE EN IRRIGATION  
PROJET FONDS SPECIAL DES NATIONS UNIES  
LABORATOIRE DE PHYSIQUE DU SOL

CONSOMMATION D'EAU DES PALMIERS A TOZEUR  
(AVRIL - AOUT 1969)

COMBEAU (A.)

CONSOMMATION D'EAU DES PALMIERS A TOZEUR

(AVRIL - AOUT 1969)

Les mesures de consommation d'eau des palmiers ont été effectuées du 3 Avril au 29 Août 1969, d'abord sur la parcelle B qui recevait une irrigation de 100 mm tous les 10 jours, puis sur la parcelle C, où la dose unitaire n'est que de 75 mm tous les 10 jours.

Compte tenu des difficultés rencontrées lors des premiers essais de détermination des profils hydriques, un protocole opératoire strict a été mis en place. Chaque palmier étant situé au centre d'un bassin carré de 10 mètres de côté, ce bassin a été jalonné à raison de un point par m<sup>2</sup>, en éliminant un carré de 3 x 3 m dans sa partie centrale. Chaque profil hydrique a été effectué en 10 répétitions et à 11 profondeurs entre 0 et 140 cm. On a ainsi pu suivre dans chaque bassin l'humidité du sol au cours de 3 irrigations (avant et après) et prélever encore le profil avant la 4ème irrigation. Les mesures ont été effectuées sur 6 bassins distincts, ce qui conduit en définitive à des résultats portant sur 13 irrigations différentes.

Toutes les déterminations d'humidité ont été effectuées à l'étuve à vide et à 40°, pour éviter les erreurs dues à la décomposition du gypse lorsque l'on opère à l'étuve à 105°. Rappelons que la teneur en gypse du sol de la palmeraie de Tozeur excède le plus souvent 45 % et parfois 60 %.

Résultats et discussion

Les résultats obtenus sont présentés dans les tableaux 1 et 2, qui montrent les valeurs du stock total d'eau du sol (calculées sur 80 et sur 140 cm de profondeur), les quantités d'eau retenues sur ces mêmes profondeurs, et les consommations brute et nette, (cette dernière en admettant qu'il n'y a plus de percolation en profondeur après un délai de 2 jours suivant l'irrigation). Pour illustrer ces tableaux, on a représenté sur les graphiques 1 à 6 les profils hydriques obtenus avant et après irrigation dans chacun des 6 bassins étudiés (Chaque profil est établi à partir des médianes de 10 répétitions).

Tableau 1

Consommation des palmiers Tozeur

Date	Eau retenue		Stock				Consommation				
	sur 80 cm	sur 140cm	sur 80 cm		sur 140 cm		irrigation brute totale		irrigation nette partielle		
			Avt	Après	Avt	Après	80	140	80	140	
M <sub>3</sub> D <sub>2</sub> S <sub>0</sub>	3/4	49	49	187	236	319	368	} 202	} 206	} 151	} 155 <sup>+</sup>
	20/4	42	53	185	227	313	366				
	2/5			183		315					
S <sub>1</sub> D <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	3/4	49	49	172	219	297	349	} 197	} 196	} 144	} 148 <sup>+</sup>
	20/4	61	68	175	236	301	369				
	2/5			191		325					
L <sub>7</sub>	12/5	33	37	182	216	312	332	} 83	} 103	} 42	} 48
	21/5	39	39	174	213	284	329				
	29/5	32	32	169	198	284	309				
	8/6			161		281					
L <sub>8</sub>	8/6	28	28	149	174	261	291	} 96	} 99	} 46	} 54
	18/6	41	41	128	168	237	291				
	27/6	36	36	127	162	231	272				
	8/7			132		248					
L <sub>9</sub>	8/7	46	46	150	195	271	321	} 51	} 37	} 21	} 12
	18/7	50	50	174	219	309	348				
	28/7	30	36	180	209	303	341				
	7/8			174		310					
L <sub>10</sub>	7/8	37	37	181	218	322	342	} 90	} 114	} 52	} 59
	18/8	63	63	165	229	283	355				
	27/8	48	48	175	223	306	350				

+ Calcul approché, l'irrigation du 12/4/69 n'ayant pas fait l'objet d'une mesure.

Tableau 2

	Période	Nb de jours	Consommation sur 80 cm		Consommation sur 140 cm	
			C.totale	C/j	C.totale	C/j
M <sub>3</sub> D <sub>2</sub> S <sub>0</sub>	2/4 → 20/4	18	202	11,2	206	11,4 <sup>+</sup>
	5/4 → 20/4	15	151	10,0 <sup>+</sup>	155	10,3
	20/4 → 2/5	12	102	8,5	98	8,2
	22/4 → 2/5	10	44	4,4	51	5,1
S <sub>1</sub> D <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	2/4 → 20/4	18	197	11,0	196	10,9
	5/4 → 20/4	15	144	9,6	148	9,9 <sup>+</sup>
	20/4 → 2/5	12	84	7,0	76	6,3
	22/4 → 2/5	10	45	4,5	44	4,4
L <sub>7</sub>	12/5 → 21/5	9	83	9,2	103	11,4
	14/5 → 21/5	7	42	6,0	48	6,9
	21/5 → 29/5	8	80	10	77	9,6
	23/5 → 29/5	6	44	7,3	47	7,8
	29/5 → 8/6	10	83	8,3	78	7,8
	31/5 → 8/6	8	37	4,6	22	2,8
L <sub>8</sub>	8/6 → 18/6	10	96	9,6	99	9,9
	10/6 → 18/6	8	46	5,8	54	6,8
	18/6 → 27/6	9	76	8,4	81	9,0
	20/6 → 27/6	7	41	5,9	60	8,6
	27/6 → 8/7	11	70	6,4	57	5,2
	29/6 → 8/7	9	30	3,3	24	2,7
L <sub>9</sub>	8/7 → 18/7	10	51	5,1	37	3,7
	10/7 → 18/7	8	21	2,6	12	1,5
	18/7 → 28/7	10	69	6,9	81	8,1
	20/7 → 28/7	8	39	4,9	45	5,6
	28/7 → 7/8	10	81	8,1	68	6,8
	30/7 → 7/8	8	35	4,4	31	3,9
L <sub>10</sub>	7/8 → 18/8	11	90	8,2	114	10,4
	9/8 → 18/8	9	52	5,8	59	6,6
	18/8 → 27/8	9	66	7,3	52	5,8
	20/8 → 27/8	7	54	7,7	49	7,0

+ Calcul approché ; 1 irrigation non mesurée dans le cycle

### 1) Allure générale des profils hydriques

On constate tout d'abord que tous les profils hydriques obtenus soit avant, soit après irrigation, ont des formes très voisines, caractérisées :

- a) par une croissance du taux d'humidité de la surface jusqu'à 50 cm de profondeur (40 dans le cas de L8).
- b) par une diminution de ce taux jusqu'à 100 ou 120 cm.
- c) par une augmentation de la teneur en eau au-dessous de 100-120 cm
- d) par une valeur de 18-22 % pour la pointe de teneur en eau située vers 50 cm, avant irrigation (exception L8 : 14 à 16 %) alors que le minimum enregistré vers 100-120 cm se situe entre 13 et 16 %.

### 2) Comparaison des profils avant et après irrigation

Les graphiques 1 à 6 montrent que, deux jours après irrigation, les profils hydriques avant et après irrigation tendent à se rejoindre vers 80 cm de profondeur, dans la presque totalité des cas. Cette convergence est parfois difficile à apprécier par suite du fort gradient d'humidité dans le niveau 50-100, mais elle semble être un phénomène général. Nous examinerons ultérieurement les incidences de cette observation, mais elle implique que l'étude des variations du stock d'eau total du sol pourra être effectuée aussi bien sur 80 que sur 140 cm de profondeur.

### 3) Rétention de l'eau après irrigation

Si l'on calcule les quantités d'eau retrouvées dans le sol après 48 heures à la suite de chaque irrigation, on arrive aux résultats suivants :

- a) sur la parcelle B (apport 100 mm), 47, 48, 49 et 60 mm soit en moyenne 51 mm.
- b) sur la parcelle C (apport 75 mm), 41 mm en moyenne pour 12 résultats, avec 6 résultats compris entre 36 et 41 mm, et une valeur médiane de 39 mm.

Même en tenant compte de la consommation des palmiers pendant les 2 jours qui suivent immédiatement l'irrigation, il est évident que l'on ne retrouve pas dans l'épaisseur de sol étudiée la totalité de l'eau apportée. Il faut donc admettre qu'une partie de l'eau a disparu en profondeur. Rappelons que le calcul effectué antérieurement (Note Technique n° 1) avait conduit à estimer le drainage profond à 15 mm pour une irrigation de 75 mm. Il y a donc une certaine inaptitude du sol à fixer de l'eau au-delà d'une certaine quantité, que nous tenterons de déterminer plus loin, et, corrélativement, une absence de consommation d'eau au-dessous de 80 cm de profondeur. Le graphique 7 illustre la répartition de l'eau retenue 2 jours après irrigation.

#### 4) Variation du stock total d'eau du sol

La figure 8 représente les valeurs réelles du stock d'eau calculé sur 80 cm d'épaisseur de sol avant chacune des irrigations étudiées. La figure 9 représente les valeurs ajustées de ce stock, obtenues en corrigeant les chiffres des palmiers L8 L9 et L10 par rapport au palmier L7 d'une valeur égale à la différence de stock au début de la période de mesure.

On observe ainsi l'existence d'une variation continue du stock pendant la période d'étude ; initialement voisin de 185 mm pour 80 cm de profondeur, il s'abaisse régulièrement en Mai et début Juin, perdant ainsi de 45 à 50 mm en 45 à 50 jours, soit 1 mm/jour environ. Le stock se reconstitue en Juillet presque intégralement, mais semble de nouveau s'appauvrir en Août. Les apports ayant été constants pendant toute cette période (75 mm tous les 10 jours), on est donc amené à penser que le sol n'a pas pu fournir au palmier toute l'eau dont il avait besoin en Mai et Juin, période de pointe de consommation. Le déficit était de l'ordre de 1 mm/jour, soit 10 mm environ par cycle d'irrigation.

#### 5) Consommation des palmiers

Le tableau 2 donne le détail des consommations brute et nette, calculées sur 80 et 140 cm de profondeur. Les graphiques 10 et 11 représentent respectivement les variations de la consommation nette sur 80 et sur 140 cm de profondeur. Plusieurs constatations peuvent être faites :

- a) Dans tous les cas sauf un la consommation nette calculée sur 140 cm est plus élevée que calculée sur 80 cm en période de forte consommation.
- b) Inversement, le calcul sur 140 cm conduit à des chiffres plus faibles que sur 80 cm en période de basse consommation.

Par conséquent, les horizons profonds n'ont contribué à l'alimentation du palmier qu'en période de pointe, lors de la baisse du stock. Par contre, en période de faible consommation, les horizons profonds se rechargent.

- c) La moyenne de la consommation nette calculée sur la totalité de la période d'étude, s'établit à 5,2 mm/jour si l'on tient compte de l'épaisseur 0-80 cm, à 5,4 mm/jour lorsque l'on prend en compte les horizons 0-140 cm.
- d) Mais cette consommation journalière nette n'est pas uniforme pendant la période d'étude. Elle est élevée en Mai et Juin (6 à 7 mm sur 0-80 cm, 7 à 8,5 mm sur 0-140 cm), puis à partir du 10 Août. Elle est au contraire faible fin Avril et en Juillet (3 à 4,5 mm, compte tenu de la recharge des horizons profonds).

Dans la mesure où les conditions de l'année 1969 à Tozeur peuvent être considérées comme normales, on pourrait donc estimer la consommation de pointe du palmier à 8 mm/jour, alors que la moyenne calculée sur la période 15 Avril - fin Août serait de 5,5 mm/jour.

## 6) Capacité de stockage du sol

Si l'on retient les chiffres ci-dessus de consommation nette, on peut alors calculer la quantité d'eau théoriquement retenue par le sol lorsque l'infiltration se termine. On observe alors que, à l'exception des irrigations du 20/4 (palmier S<sub>1</sub>) et du 18/8 (palmier L<sub>10</sub>), cette quantité d'eau ne dépasse jamais 60 mm et se trouve très souvent comprise entre 50 et 55 mm. Ce chiffre recoupe celui obtenu en tenant compte de la rétention moyenne (41 mm) et de la consommation moyenne en 2 jours (11 mm). On est donc conduit à admettre que le sol ne fixe pas plus de 55 mm d'eau environ à chaque irrigation. Dans certains cas de ressuyage lent, associés ou non à une dose plus forte (parcelle B), la capacité de stockage serait peut-être plus élevée de 10 à 20 mm, mais ce ne semble pas devoir constituer un cas fréquent. Le chiffre de 55 mm est compatible avec le drainage calculé de 15 mm dans le cas d'une irrigation de 75 mm.

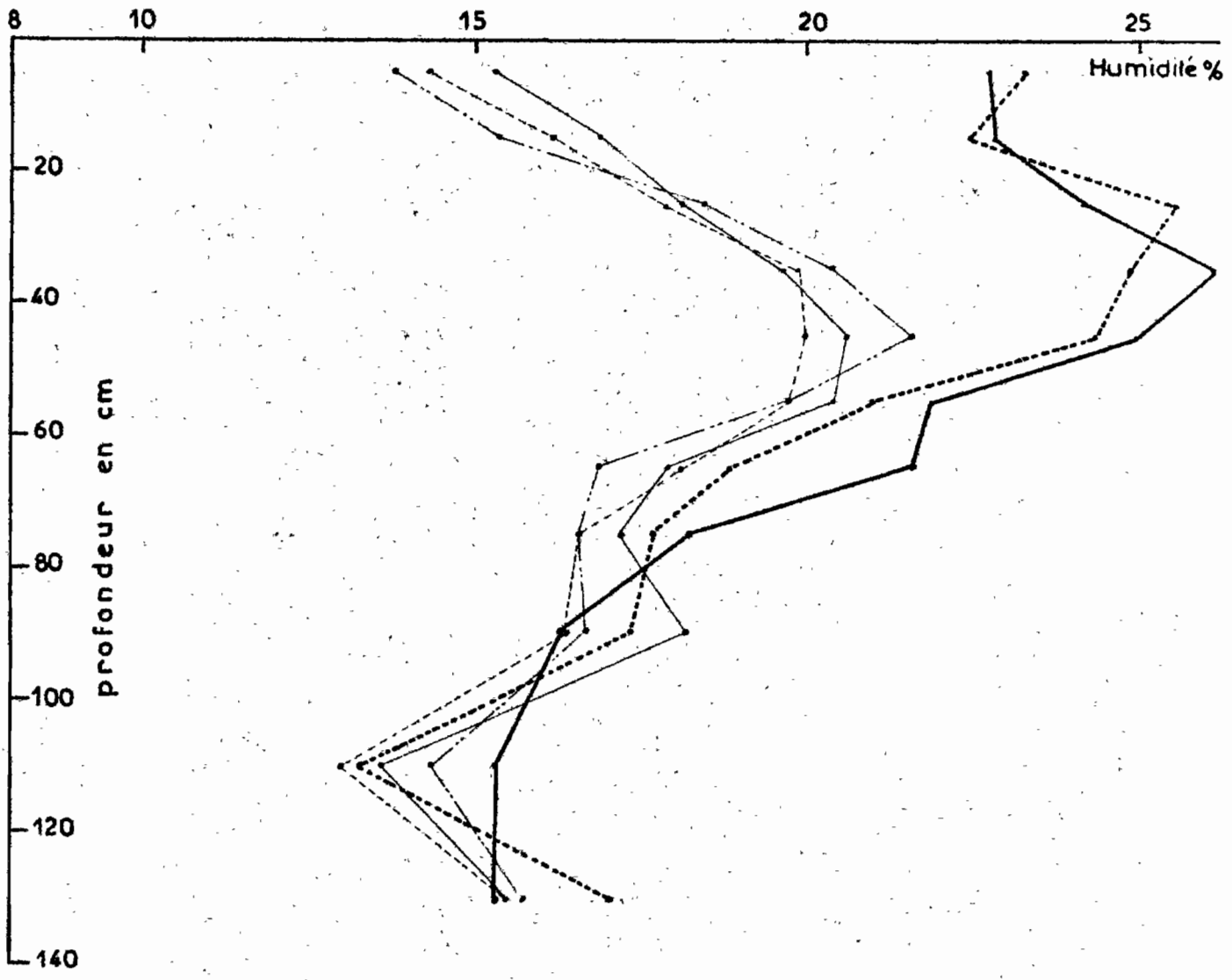
Dans ces conditions, le sol est susceptible de subvenir aux besoins en eau du palmier dans le cas d'un tour d'eau de 10 jours en période de consommation moyenne ou faible. Mais il ne peut le faire en période de pointe, comme l'indiquent les chiffres de baisse du stock en Mai et Juin. Faute de pouvoir augmenter efficacement la dose, il faudrait alors réduire le tour d'eau. En se basant sur les chiffres d'évolution du stock, il aurait fallu assumer une consommation de 6,5 mm/jour, donc ramener le tour d'eau à 8 jours. Si l'on se base sur une valeur maximum de consommation de 8 mm, la fréquence d'irrigation devrait être ramenée à 7 jours environ.

## Conclusion

Cette étude a montré que, dans les conditions de cette expérience, c'est à dire dans l'état initial d'humidité des sols, les sols de Tozeur ne peuvent retenir en pratique que 55 mm d'eau environ. La consommation nette, pendant la période de référence, s'est élevée à 5,5 mm/jour environ, avec des besoins de pointe de 8 mm/jour. Pour couvrir au mieux ces besoins en eau, il faudrait envisager de ramener la fréquence d'irrigation à 7 jours environ.

Il apparaît également que, pendant cette expérience, la contribution des horizons situés entre 80 et 140 cm à l'alimentation en eau des palmiers a été très faible. Elle ne s'est manifestée qu'en période de pointe des besoins, et ne semble pas avoir dépassé 1 mm/jour.

Figure 1

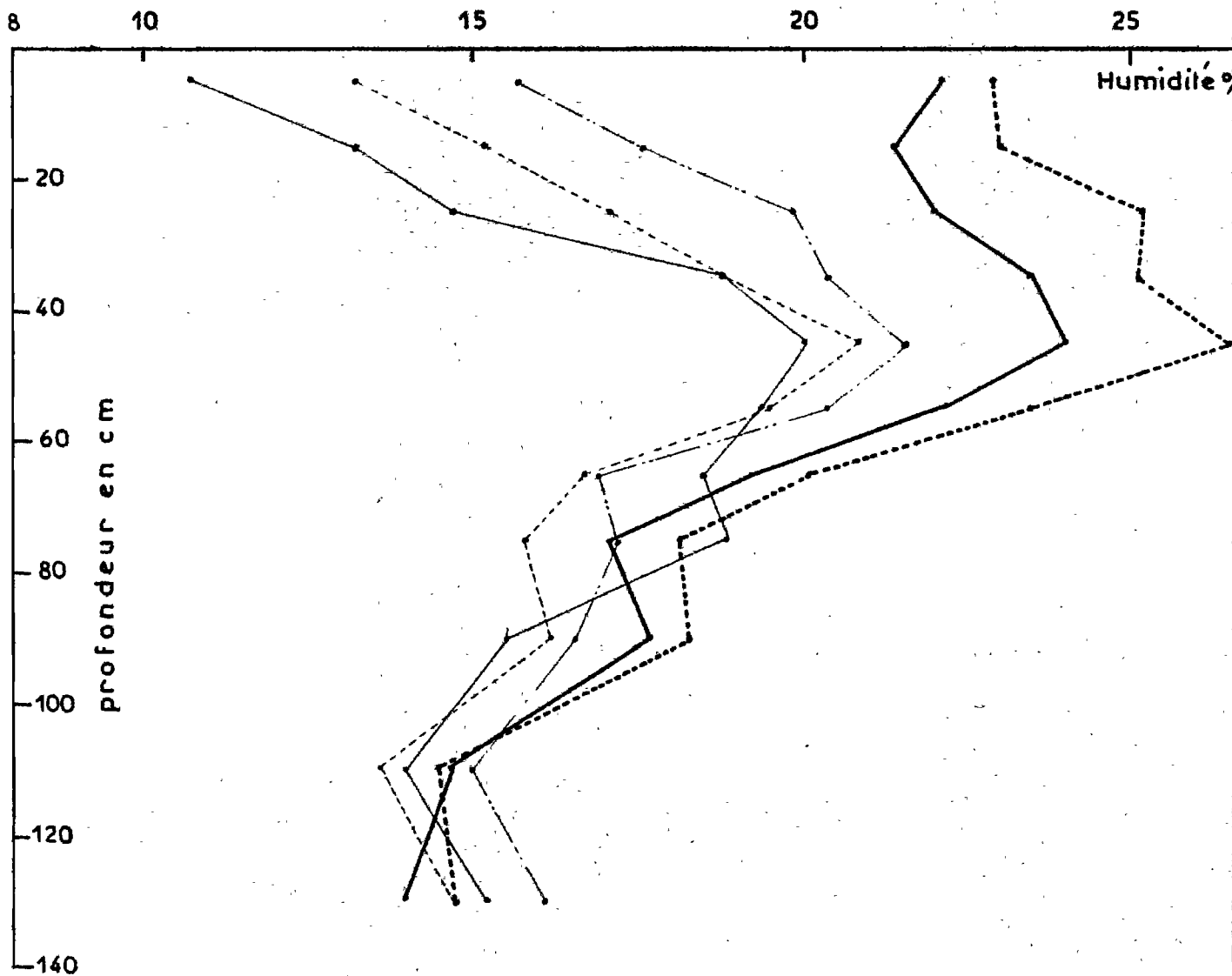


- Parcelle B -  
 - Palmier M3 - D<sub>2</sub> 50 -

Eau retenue en mm	Avant	date d'irrigation	Après
47	—	3-4-69	—
48	- - - -	22-4-69	- - - -
	- · - · -	2-5-69	- · - · -



Figure 2

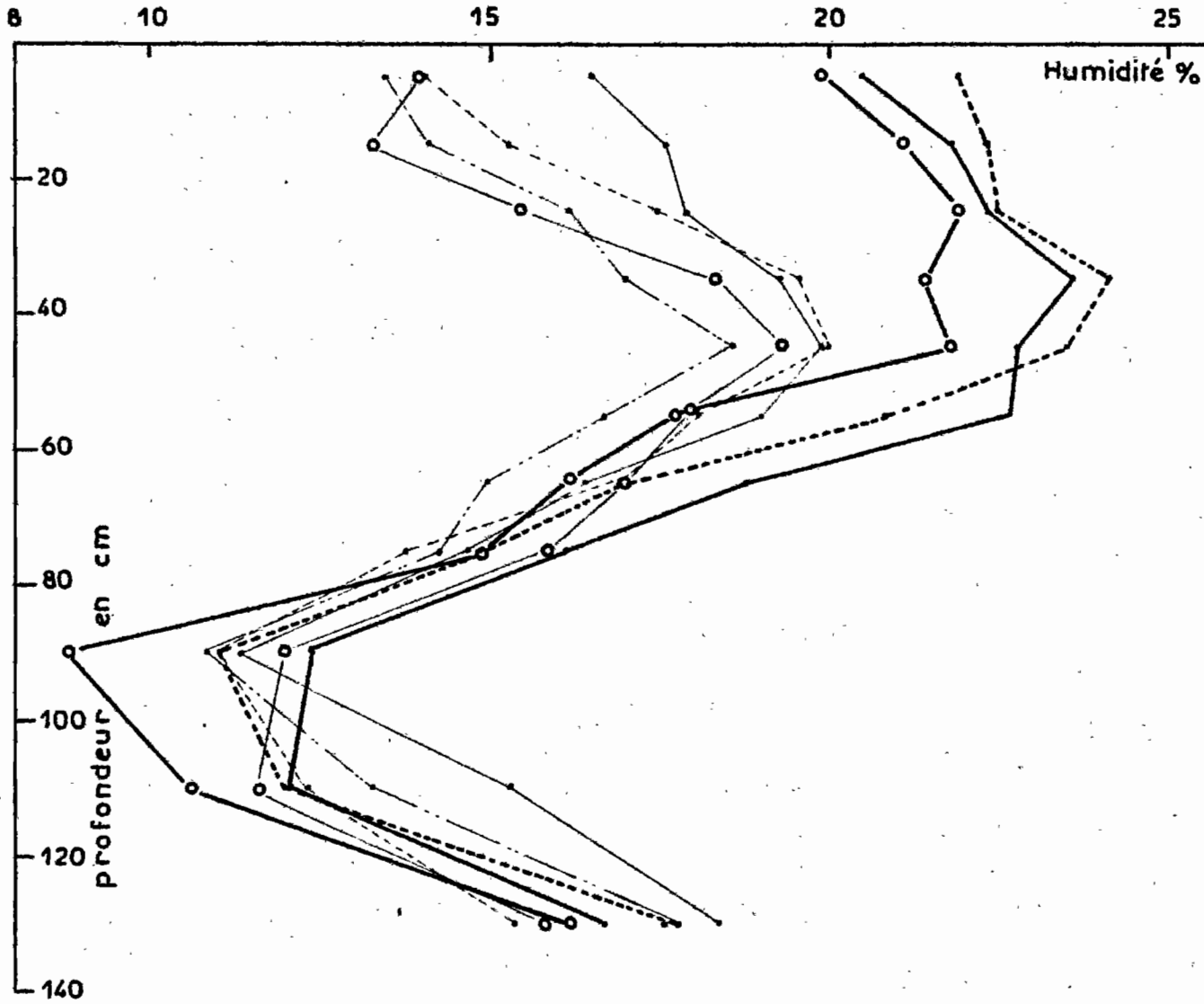


Parcelle B

- Palmier S1 - D<sub>2</sub> S<sub>1</sub> -

Eau retenue en mm	Avant	Date d'irrigation	Après
49	—	3 - 4 - 69	—
60	- - - - -	22 - 4 - 69	- - - - -
	— · — · —	2 - 5 - 69	

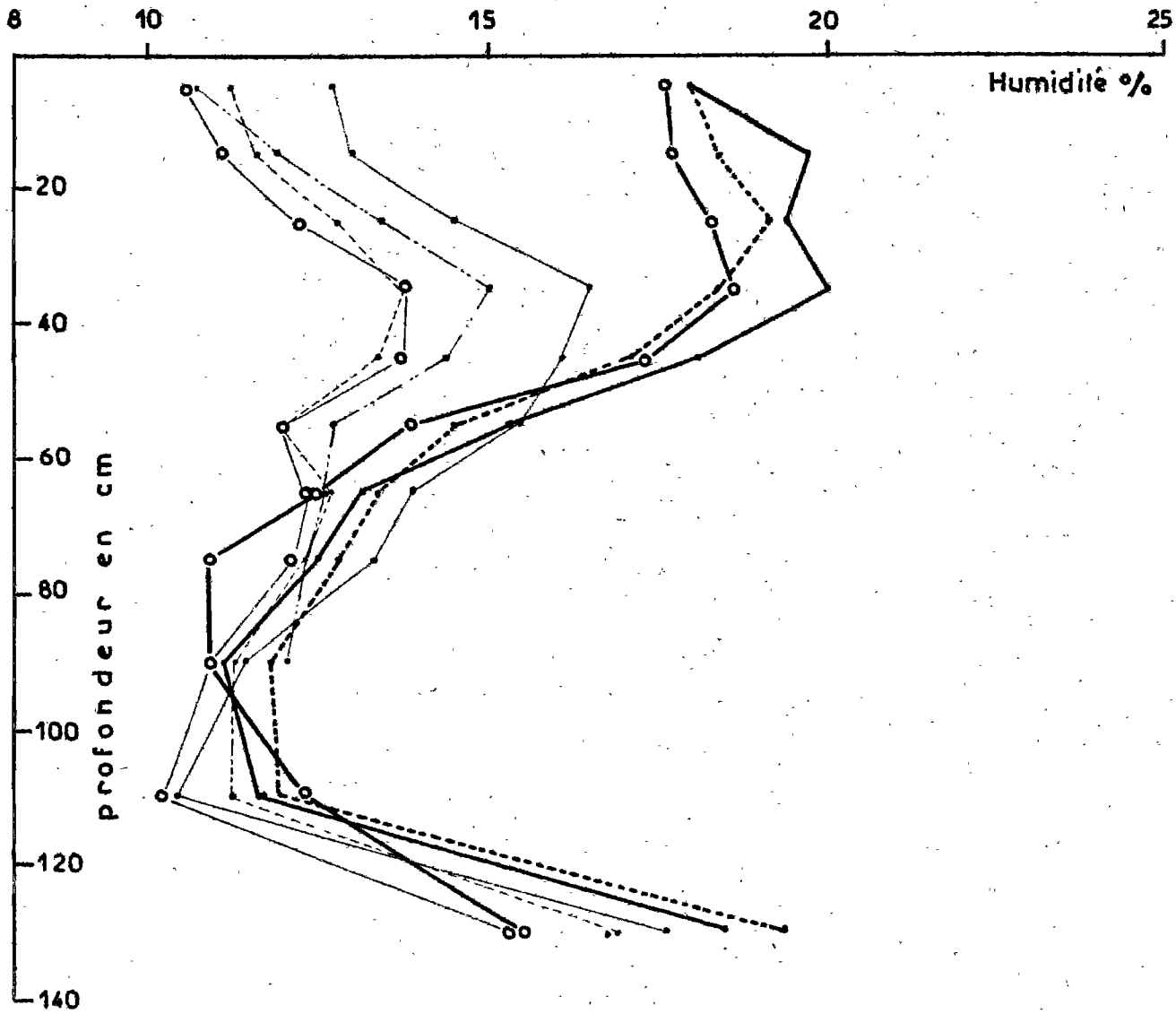
Figure 3



- Parcelle C -  
- Palmier L 17 -

Eau retenue en mm	Avant	Date d'irrigation	Après
38	————	12-5-69	————
39	-----	21-5-69	-----
32	○—○	29-5-69	○—○
	— · — ·	8-6-69	

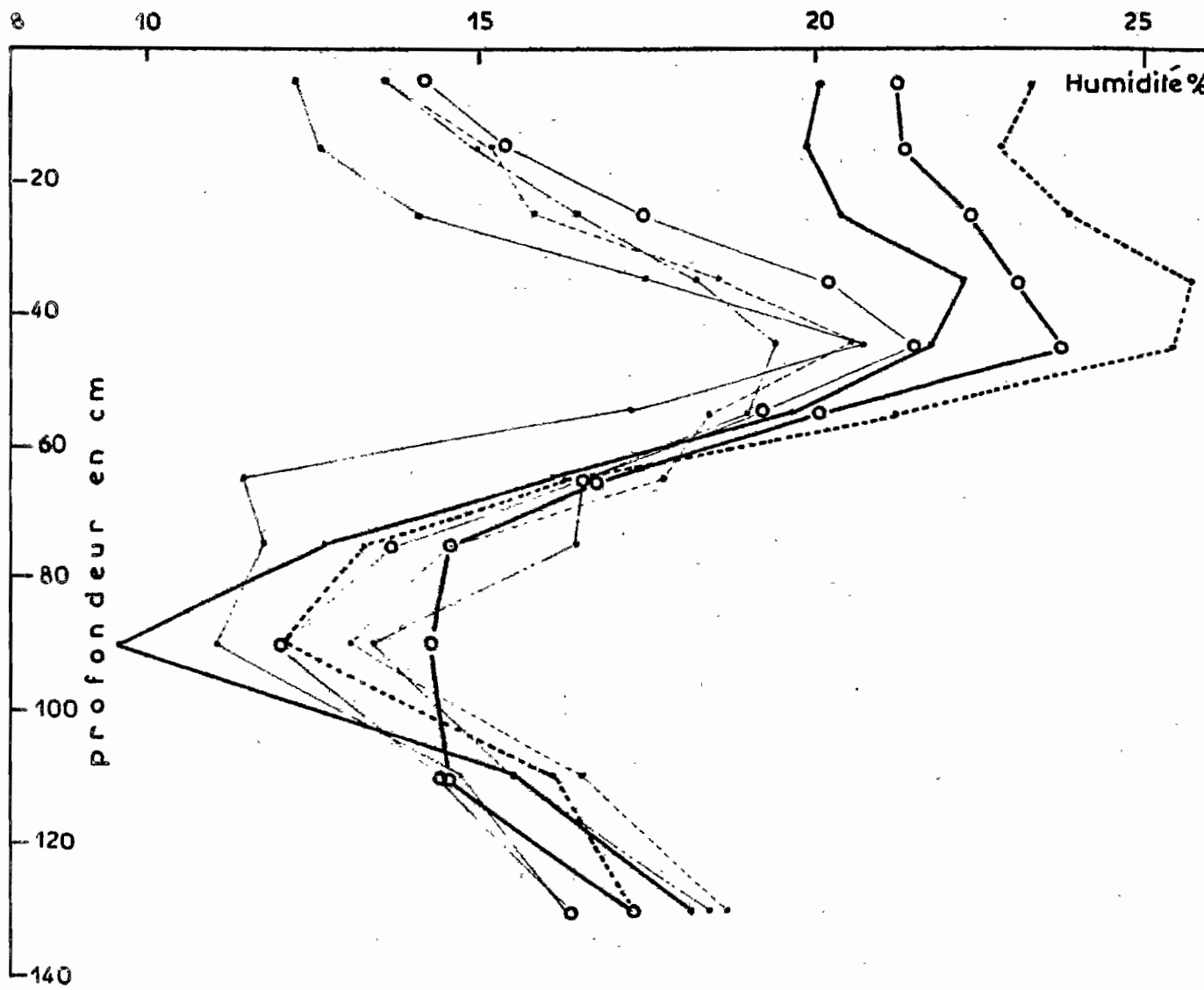
Figure 4



-Parcelle C-  
- Palmier - L 8 -

Eau retenue en mm	Avant	Date d'irrigation	Après
28	—	8 - 6 - 69	—
41	- - -	18 - 6 - 69	- - -
36	○ — ○	27 - 6 - 69	○ — ○
	—	8 - 7 - 69	—

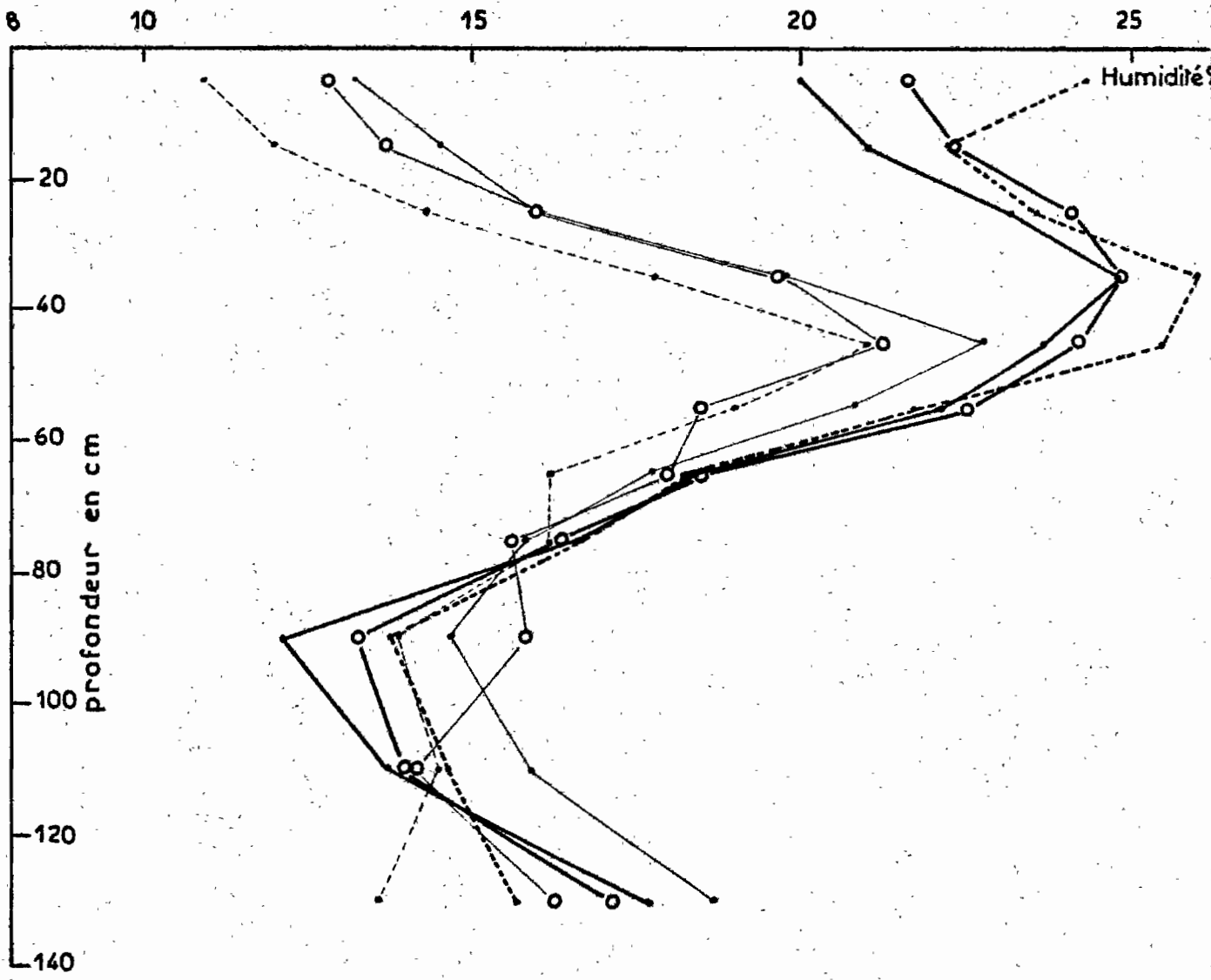
Figure 5



- Parcelle C -  
- Palmier - L9 -

Eau retenue en mm	Avant	Date d'irrigation	Après
46	—————	8-7-69	—————
50	-----	18-7-69	-----
36	○-----○	28-7-69	○-----○
	—————	7-8-69	—————

Figure 6

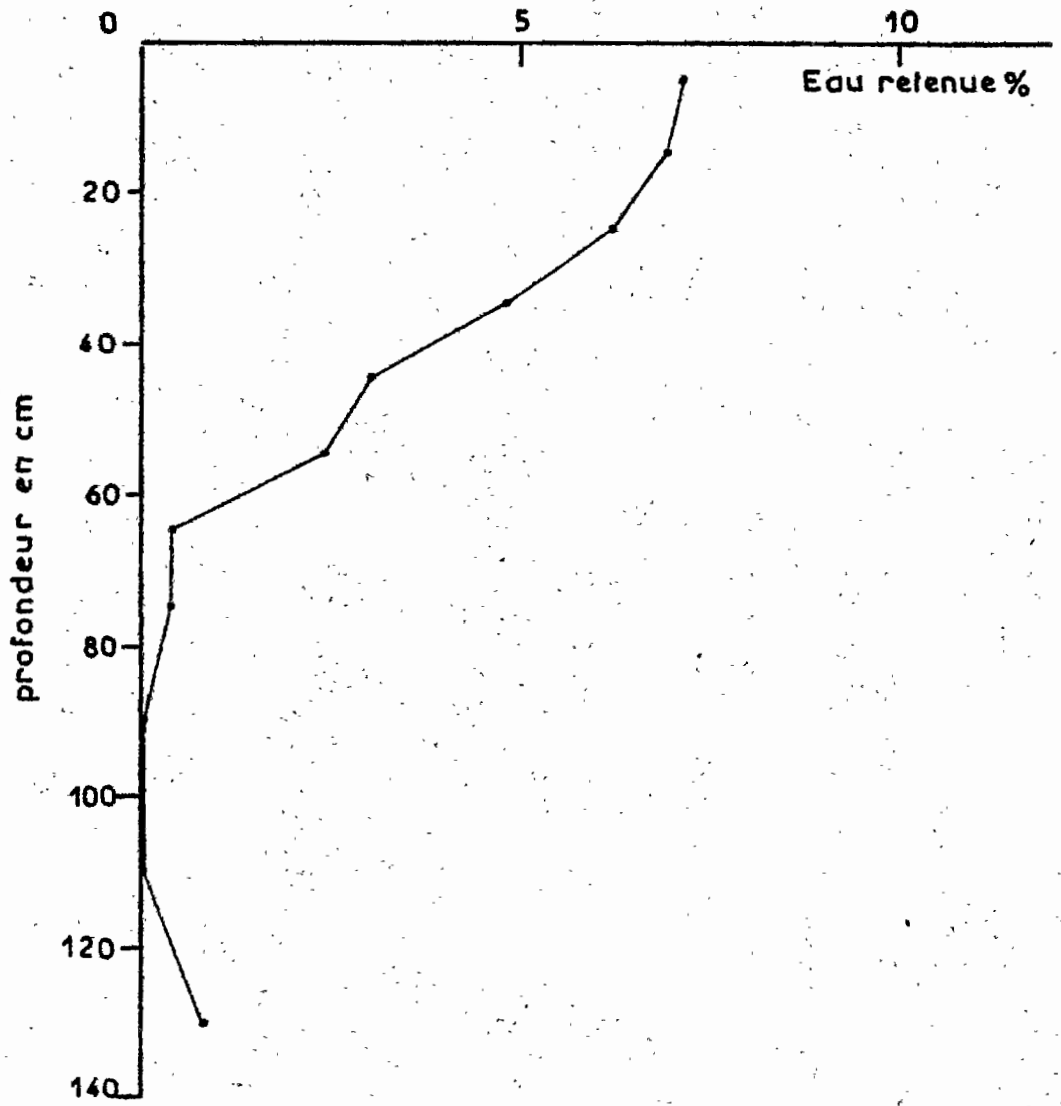


Parcelle C  
Palmier L 10

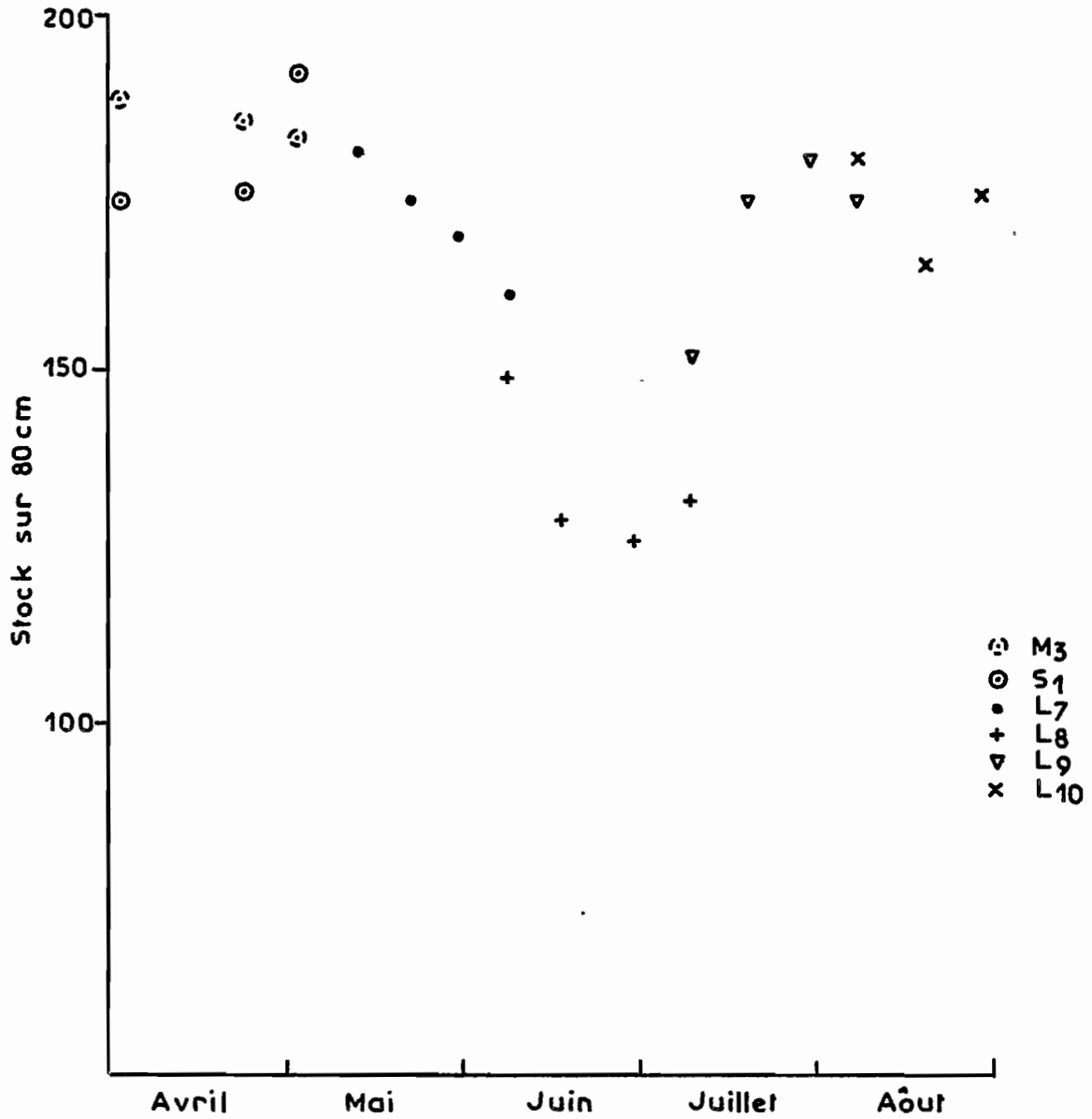
Eau retenue en mm	Avant	Dose d'irrigation	Après
37	—	7. 8. 69	—
63	- - -	18. 8. 69	- - -
48	○ — ○	27. 8. 69	○ — ○

Parcelle C

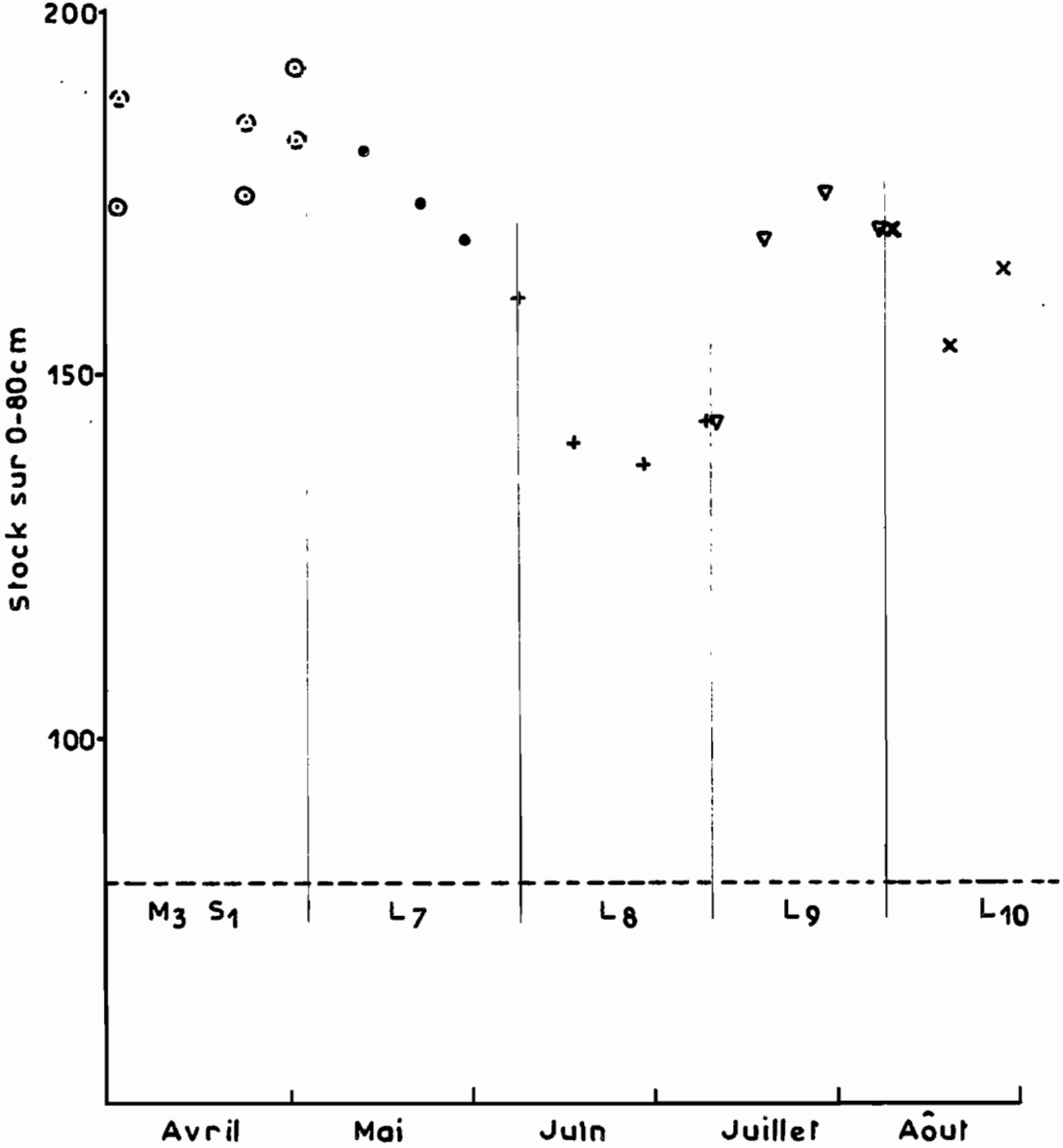
Eau retenue %  
2 jours après irrigation de 75mm  
(Médiane de 12 irrigations)



Valeur réelle du stock avant irrigation

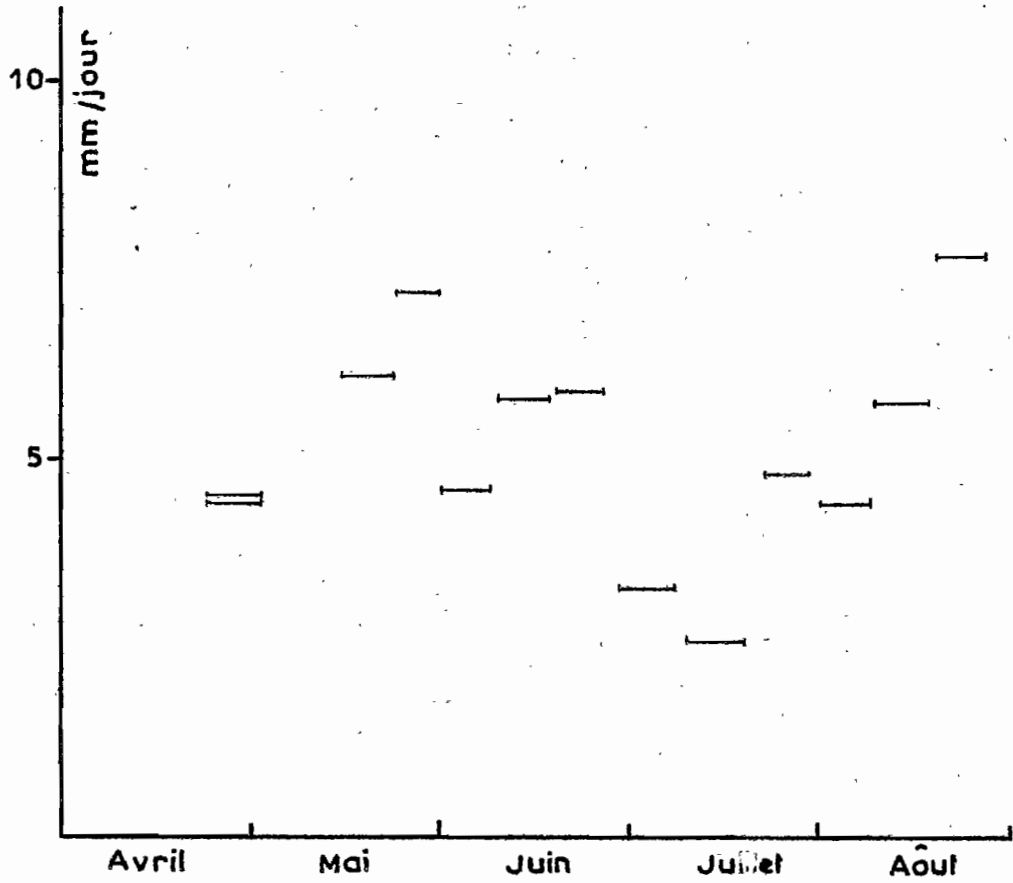


Valeur ajustée du stock  
(par raccordement à chaque changement de bassim  
à partir du 10.6.1969)





Consommation nette des palmiers  
(calcul sur 80cm de sol)



Consommation nette des palmiers  
(calcul sur 140cm de sol)

