



MICROFICHE N°

39023

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

المركز القومي
للتوثيق الزراعي
تونس

F 1

ENQUETE SUR LES SOLS A AGRUMES IRRIGUES A L'EAU SALEE

Par K. BELKHODJA, Ingénieur Principal Pédologue et S. KHALFALLAH, Ingénieur Pédologue (Juin 1971)

E - S 76

REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTRE DE L'AGRICULTURE
DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU ET EN SOL
DIVISION DES SOLS

ENQUETE SUR LES SOLS A AGRURES IRRIGUES A L'EAU SALEE

P a r

M. BELKHODJA - Ingénieur Pédologue Principal -
et S. KHALFALLAH - Ingénieur Pédologue -

(Juin 1971)

N° 1099/E

Note préliminaire concernant les sols plantés en agrumes irrigués à l'eau salée de la région de Soliman - Menzel Bou-Zelfa (Cap-Bon)

---§:---

L'objectif assigné à cette étude, menée sous forme d'enquête, est la recherche d'une limite de tolérance des agrumes, principalement les oranges maltaises de Tunisie, à la salinité des eaux d'irrigation.

Dès le départ une telle limite apparaît difficile à dégager compte tenu du nombre de facteurs qui interviennent dans le développement et la production des plantes, la salinité de l'eau n'est qu'un des facteurs qui intervient et varie avec et en fonction des autres (Tableaux (1), (2), (3), (4), (5), et (6)).

L'expérimentation du Centre d'Etude de l'Eau et l'expérience des agrumiculteurs ont montré déjà l'importance de la dose totale d'irrigation qui s'avère être ainsi le facteur limitant primordial avec une eau de salinité raisonnable et un sol convenable.

Or, cet élément dose nous échappe.

Dans le cas du Cap-Bon où le déficit en eau notoire, la carte des déficiences en eau établie par le GCM en 1967 ne nous a pas permis de dégager dans la réalité des cas observés des zones homogènes. Il semble qu'à part quelques cas particuliers le déficit en eau a gagné l'ensemble des zones plantées principalement celles de Soliman - Menzel Bou-Zelfa - Beni Challed. On se trouve ainsi ramenés dans le cas de la dose C du CEE (0,3 à 0,5 MTP-P). (graphique 2)

Les observations du CEE ont montré que dans le cas de cette dose il n'y a plus de différences de rendement entre les agrumes irrigués à l'eau douce et à l'eau salée pour un même type de sol (lourd dans ce cas précis).

L'enquête s'est effectuée dans les trois régions principales : Cap-Bon, Hornag - Soukra.

Elle a porté sur 300 observations (sol vigueur et rendement des arbres) et 290 eaux de puits.

Elles se répartissent comme suit :

	Observations	Puits
Cap-Bon	226	150
Hornag	20	20
Soukra	94	120

L'intérêt de l'enquête est d'observer des combinaisons de facteurs (eau sol et autres facteurs) qu'une expérimentation localisée ne peut offrir rapidement.

L'enquête s'étant déroulée fin automne et durant tout l'hiver et printemps, les pluies ont lessivé les sols surtout qu'on a fait principalement à des sols de texture grossière et filtrants. C'est la raison pour laquelle les analyses effectuées sur les sols n'ont pas montré en général des taux de salinité élevés malgré des eaux de puits salées. Ces analyses se révèlent en fait comme contest de l'efficacité du lessivage pluvial hivernal sur les différents types de sol.

La continuation de l'enquête en été pendant la période d'irrigation, montrera quels sols accumulent plus le sel que d'autres.

Avec les éléments dont nous disposons nous avons pu établir les courbes moyennes de croissance du diamètre du tronc et de rendement en fonction des écartements (graphiques (1) et (3)).

Ces courbes (en annexe) nous ont servi d'étalon pour juger de la vigueur mesurée et du rendement moyen déclaré par l'agriculteur pour les deux dernières campagnes.

Dans cette note provisoire (*) nous avons voulu livrer à la discussion, les résultats partiels obtenus dans l'interprétation des observations de la région Soliman - Hensel Bou-Zelfa.

C'est dans cette région que l'on observe une gamme variée de salinité des eaux en combinaison avec les autres facteurs sol et fumure. Dans les autres régions du Cap-Bon, à l'exclusion de Hammamet - Hameul, les eaux ont des salinités faibles. Seule la région de Soukra présente des eaux à salinité élevée et variable, mais les sols sont en général profonds et le problème se complique par l'appoint des eaux résiduelles de la Cherguia. L'interprétation des observations de cette région est en cours.

Les conclusions de cette note sont donc provisoires et concernant, dans la région du Cap-Bon, la zone de Soliman - Hensel Bou-Zelfa plus particulièrement.

(*) Rapport général en cours d'élaboration.

1 - ETUDE DES CAS .

Bien qu'en valeur absolue la vigueur et le rendement soient en liaison étroite, nous les avons séparés sachant que dans beaucoup de cas, la vigueur, surtout celle du tronc, peut être en partie héritée d'une période où l'eau était plus abondante et peut être moins salée. Le rendement par contre est plus fonction des conditions agrotechniques actuelles.

Nous n'avons pas tenu compte dans l'analyse des rendements des traitements phytosanitaires.

I A - BONNE VIGUEUR, ET BON RENDEMENT.

(Observations 11 - 15 - 17 - 30 - 23 - 51 - 53 - 73 - 74)

Le trait commun des sols est la présence d'une texture très grossière à grossière en surface sur une texture grossière ou moyenne (S.A à E) en profondeur.

La profondeur dépasse 1 m. sauf le 15 (40 cm) et le 37 (85 cm).

On n'enregistre pas d'accumulation saline sauf dans le 23 et le 51 où, curieusement, l'eau est à priori de bonne qualité 0,960 g/L et 0,800 g/L.

La qualité de l'eau varie de 0,600 - 0,620 à 1,95 (15). Le taux de calcaire total est très faible en surface et n'augmente en profondeur (à l'exclusion de la croûte ou encroûtement sous jacents) que dans les profils 15 - 30 - 10 et 73.

La fumure est partout d'un niveau élevé ($F_3 - F_4$).

La majeure partie des observations ont été effectuées dans les zones B de la carte de déficit hydrique du G.O.A., et quelques unes comme le 53 dans la zone C.

I B - BONNE VIGUEUR et RENDEMENT MOYEN.

(Observations 35 - 43 - 37)

Les sols ont une texture très grossière à grossière (S.L) en surface et grossière ou moyenne (S.A) en profondeur. La profondeur est de 55 cm pour (35) 80 cm sur sable jaune encroûté (43) et 120 cm pour 57. Les sols sont peu calcaires en surface. En profondeur le taux de calcaire augmente.

La qualité de l'eau varie de 0,978 g/L pour (43) à 1,95 g/L pour (37) et 2,620 g/L pour (57).

Dans les sols on observe une légère accumulation saline, accentuée surtout en profondeur dans (57) pour lequel l'eau d'irrigation est la plus chargée. On note pour les arbres de la parcelle du profil 57 une nette carence en zinc sur les feuilles.

Calcaire total

Profil	35	43	57
0- 30 cm	2,50	3,70	0,4
30- 60	16,70	5,00	0
60- 90		12,25	1,2
90-120			9,2

Conductivité mmhos P.S

35	43	57
0,88	0,81	1,6
1,25	0,78	1,6
	1,5	1,0
		2,0

I C - BOHNE VIGUEUR, RENDMENT MEDIOCRE.

(Observations 7 - 52 - 63)

Les sols ont une texture grossière S et S.L soit sur toute la profondeur (7 - 52) soit en surface surmontant une texture moyenne S.A (63). Dans les profils 7 et 63 l'encroûtement calcaire se trouve respectivement à 50 cm et 90 cm. Dans le profil 52 un sable très calcaire apparaît à 120 cm (21,2 % de calcaire total et 8 % calcaire actif). Seul le profil 52 est faiblement calcaire.

Les qualités d'eau sont respectivement de 4,40 g/L (7) 0,8 g/L (52) et 1,60 g/L (63).

Les fumures appliquées sont d'un niveau élevé F_3 et F_4 .

Calcaire total

Profil	7	52	63
cm			
0- 30	14	5,6	13,0
30- 60	0,5	3,6	33,8
60- 90	11,2	2,0	38,7
90-120		21,2	

Calcaire actif

7	52	63
6		6
6,5		17,0
		24,5
	8,0	

Conductivité P.S

7	52	63
1,15	1,2	1,05
2,15	2,02	1,45
1,50	2,02	2,1
	2,8	

On ne remarque pas une forte accumulation de sel dans le sol, celui-ci ayant migré vers la profondeur sous la croûte.

I D - BONNE VIGUEUR, RENDMENT FAIBLE.

(Observations 71 - 13 - 14 - 33 - 36 - 41 - 55-56 - 58 - 61)

La plupart des sols ont une texture grossière (S et S.L), certains ont une texture grossière à moyenne (S.A) (36 - 61), généralement surmontant une texture moyenne (S.A) ou équilibrée (56). La profondeur de la croûte lorsqu'elle existe, oscille entre 60 cm et 120 cm. Le calcaire total est faible dans les horizons de surface sauf dans le profil 41 et augmente en profondeur au niveau de la croûte. La salinité est faible dans l'ensemble mais augmente en profondeur dans quelques profils comme le 56 et 55.

Calcaire total

Profils	13	14	33	36	41	55	56	58	61	71
cm										
0- 30	1,2	0,8	3,7	1,2	33,7	0,8	0,4	0	3,6	0
30- 60	0,4	0,8	1,7	9,6	5,4	1,2	0,4	0,8	1,6	0
60- 90	0,4	7,9				3,6	1,2	9,7	6,5	
90-120	0	27,5				23,2	8,0		31,0	

Conductivité E.S

P rofils	13	14	33	36	41	55	56	58	61	71
cm										
0- 30	0,8	1,4	0,72	0,75	1,95	1,2	1,2	1,90	1,80	0,1
30- 60	0,43	1,15	1,1	1,05	11	1,6	1,45	1,25	1,35	0,12
60- 90	0,74	1,15				0,86	1,52	1,35	2,35	
90-120	0,4	1,35				1,51	4,6		2,05	
Eau d'irrigation 9/1	1,85	1,85	0,820 0,660	1,95	1,15	1,65	1,65	2,62	2,6	0,70

Les qualités d'eaux d'irrigation sont variables.

Cependant une des caractéristiques les plus marquantes est le manque d'eau dont souffrent les vergers, et le niveau de fertilisation et de fumure très faible (F_{1-2}).

D'après les agrumiculteurs le tour d'eau appliqué est le suivant dans ces vergers.

	13	14	33	36	41	55	56	58	61	71
Tour d'eau en jours	15j		12-20j	30j	8j	30j		30j	40j	20j

Pour la majeure partie des vergers le tour d'eau est très espacé dû à un grave déficit en eau.

Pour le verger du profil 41, qui ne semble pas se plaindre du manque d'eau on constate que :

- d'une part le sol est peu profond (50 cm) sur un encroûtement calcaire, son taux de calcaire est très élevé, de texture sablo-argileuse en surface est sableuse en profondeur, salé en profondeur, (ce qui indique un mauvais drainage du sol).
- d'autre part les arbres présentent une nette carence en zinc et très attaqués par la fumagine.

II A - VIGUEUR MOYENNE, RENDEMENT BON A MOYEN.

(Observations 5 - 9)

Le sol du profil 5 est sableux peu calcaire (6 %) non salé de 60 cm de profondeur sur une croûte calcaire dure. Celui du profil 9 est sablo-argileux de couleur chatain, peu calcaire (6,7 %) non salé peu profond, 35 cm, sur un encroûtement calcaire.

L'eau d'irrigation contient respectivement 1,5 g/L (S) et 2,04 g/L (S). L'eau manque et le tour d'eau est distribué tous les 15 jours dans les deux cas.

La fumure organique et minérale est assez bien fournie F_3 .

Dans le verger S, quelques branches sont mortes et il y a une forte attaque de fumagine. Les rendements de 1970 sont très nettement inférieurs dans les deux vergers aux années précédentes.

II B - VIGUEUR MOYENNE, RENDMENT FAIBLE.

(Observations 8 - 10 - 12 - 18 - 27 - 58)

Dans tous les sols, la texture est grossière en surface grossière en profondeur ou devenant moyenne à fine (8 - 27) S.A et E.

La teneur en calcaire total et actif est faible en surface sauf dans le profil 12 et augmente faiblement en profondeur jusqu'au contact de l'encroûtement. Cet encroûtement se trouve à 50 - 55 cm dans les profils 10 - 12 - 27, à 75 cm dans le 8 et à 120 cm dans le 18.

Calcaire total

Profils	8	10	12	18	27
0- 30	9,2	10,4	14,6	11,2	4,6
30- 60	9,6	4,2	18,3	15,8	5,4
60- 90	27,9			10,0	
90-120				21,6	

Calcaire actif

	8	10	12	18	27
		3,5	8,5	1,5	
			10	5,0	
	5,5			5,0	
				5,0	

La salure est faible; ne dépasse pas 1,5 mmhos sauf dans les profils 8 et 27 où elle atteint 2,1 et 2,4 mmhos entre 30 et 60 cm.

Les qualités d'eau d'irrigations sont les suivantes :

	8	10	12	18	27
g/L	4,40	1,50	1,95	1,35	1,15

Les fumures sont faibles à très faibles dans les vergers 10 et 27*, moyennes dans le 18 et bien fournies dans le 8 et le 12.

Dans ces deux derniers vergers on observe une nette carence en zinc sur les feuilles et même des branches mortes dans le cas 8 irrigué à l'eau très chargée (4,4)

*) Cultures maraîchères intercalaires.

III A - VIGUEUR MEDIOCRE, RENDEMENT MOYEN.

(Observations 19 - 29)

Le sol du profil 19 est sableux, peu épais (35 cm) sur un encroûtement calcaire, démantelé (lors de la plantation) peu calcaire (8,7 ‰) et non salé (1,15 mmhos). L'eau d'irrigation est peu chargée (1,45 g/L) de résidu sec et distribuée tous les 15 jours (pendant 7 mois)

Le profil 29 est constitué d'un sol sableux profond, peu calcaire en surface devenant très calcaire en profondeur à partir de 60 cm.

Calcaire total ‰ o. actif ‰

0 - 30 cm	0,8	-
30 - 60 cm	1,7	-
60 - 95 cm	16,7	5
> 95 cm	22,5	6,5

La sable profond est jaune blanchâtre avec de gros nodules calcaires. Ce profil ne présente pas d'accumulation saline, le maximum observé est de 1,6 mmhos/cm dans l'horizon 60 - 95 cm.

L'eau d'irrigation est peu chargée (1,30 g/L) et distribuée tous les 20 jours (pendant 6 mois).

III B - VIGUEUR MEDIOCRE, RENDEMENT MEDIOCRE A TRES FAIBLE.

(Observations 31 - 48 - 1 - 6 - 40 - 44 - 47 - 54)

Les arbres du verger 31 ont une vigueur médiocre et un rendement médiocre. Le sol est peu épais de 50 cm sur une croûte calcaire, sablo-limoneux en surface, sablo-argileux en profondeur peu calcaire (2,5 et 7,1 ‰) peu salé 1,15 et 1,85 mmhos entre 0 - 30 et 30 et 50 cm. La fumure est correcte (F_3) et l'irrigation se fait chaque semaine pendant 8 mois. Mais l'eau d'irrigation titre 3 g/L de résidu sec. Les arbres sont atteints par la fumagine et présentent des signes nets de chlorose sur les feuilles.

Les autres observations concernent des arbres dont le rendement est faible. Les sols sont sableux en surface (S.L pour le 54 et S.A pour toute la profondeur pour le 47) est sablo-limoneux ou sablo-argileux en profondeur.

Pour les 4 profils 1 - 6 - 40 - 47 un encroûtement calcaire se trouve entre 65 et 80 cm de profondeur et pour les profils 44 et 54 un sable plus ou moins consolidé riche en calcaire se trouve à 90 et 120 cm.

Le taux de calcaire est faible en surface et augmente en profondeur.

La salinité est faible mais augmente en profondeur.

Calcaire total

	1	6	40	44	47	48	54
0-30	3,6	3,7	2,5	0	2,1	2,1	3,6
30-60	4,4	6,2	2,1	1,2	7,9	12,1	6,8
60-90 (75)	20,4		2,1	14,6	25,8		15,2
90-120				8,0			24,8

Calcaire actif

	1	6	40	44	47	48	54
		-	-	-		-	
		-	-	-		5	
	9,0		-	6	11,5		4
				-			11,5

Conductivité E.S

	1	6	40	44	47	48	54
0-30	0,96	3,90	0,67	0,80	1,25	0,92	2,28
30-60	0,80	2,90	1,05	0,86	1,3	0,61	1,3
60-90	1,85		4,7	1,4	1,6		1,35
90-120				1,5			1,05
Salure eau g/L r.s	3,760	2,04	1,45	0,97	2,1	2,1	1,95

Les agrumiculteurs se plaignent principalement du manque d'eau.

Les fréquences indiquées sont les suivantes avec des déficits très accrus pour le 44 et 54

	1	6	40	44	47-48	54
Fréquence en jours	15	15	20	25	30	20

IV A - VIGUEUR MAUVAISE. RENDEMENT MOYEN.

(Observations 3 - 39 - 65)

Les sols des profils 3 et 39 ont une texture grossière et celui du 65 moyenne sablo-argileuse en surface puis redevenant grossière en profondeur.

La croûte calcaire se trouve entre 65 et 75 cm pour les 39 et le 3 et 45 cm pour le 65.

Le taux de calcaire est faible en surface et n'augmente en profondeur que dans le profil 3 où il devient très élevé à partir de 60 cm.

Les sols ne sont pas salés.

Calcaire total

	3	39	65
0-30 cm	5,2	0,8	4,4
30-60	23,2	0,4	3,6
60-75	41,2		

Calcaire actif

	3	39	65
0-30cm	-	-	-
30-60	7,5	-	-
60-75	10,5		

Les eaux d'irrigations ont les résidus secs suivants :

	3	39	65
G/L	1,560	1,450	1,400

Elles sont peu à moyennement chargées et les irrigations se font tous

les 15 jours pour le 65

les 20 jours pour le 39

les 30 jours pour le 3

Les fumures sont moyennes (F_3) à bonne F_4 (39).

L'état sanitaire est médiocre (fumagine) des feuilles sont chlorosées et même des branches sont mortes.

IV B - VIGUEUR FAIBLE. RENDEMENT MEDIOCRE.

Le profil 20 est constitué par un sable profond, peu calcaire en surface, devenant calcaire en profondeur. Les autres profils sont sableux en surface ou sable-limoneux (16) et sable-argileux en profondeur reposant sur une croûte calcaire dure entre 55 cm et 75 cm pour le 45 - 69 - 72 ou sur un sable encroûté à nodules calcaires pour le 16.

Le taux de calcaire des profils 45 - 69 - 72 est faible. Celui du profil 16 est très élevé dès la surface avec des teneurs élevées en calcaire actif.

On ne remarque pas d'accumulation salinée dans ces sols.

Calcaire total

	16	20	45	69	72
0 - 30	20,8	0,8	2,9	4,4	0
30 - 60	40,0	1,7	4,2	3,6	0,8
60 - 90	47,5	16,7			0
		22,5			

	16	20	45	69	72
0 - 30	5	-	-	-	-
30 - 60	8,5	-	-	-	-
60 - 90	11	5			
		6,5			

Les propriétaires se plaignent du manque d'eau dont la qualité est variable et indiquent les fréquences suivantes :

	16	20	45	69	72
Fréquence en jours	20	15 7 mois	45 4 mois	18 8 mois	20 6 mois
Résidu sec G/L	1,95	1,45	2,100	0,720	0,700

Les fumures sont moyennes à bonnes pour le 20 et 69, très faibles pour les autres.

IV B - VIGUEUR FAIBLE. RENDEMENT MEDIOCRE.

Le profil 20 est constitué par un sable profond, peu calcaire en surface, devenant calcaire en profondeur. Les autres profils sont sableux en surface ou sable-limoneux (16) et sable-argileux en profondeur reposant sur une croûte calcaire dure entre 55 cm et 75 cm pour le 45 - 69 - 72 ou sur un sable encroûté à nodules calcaires pour le 16.

Le taux de calcaire des profils 45 - 69 - 72 est faible. Celui du profil 16 est très élevé dès la surface avec des teneurs élevées en calcaire actif.

On ne remarque pas d'accumulation salinée dans ces sols.

Calcaire total

	16	20	45	69	72
0 - 30	20,8	0,8	2,9	4,4	0
30 - 60	40,0	1,7	4,2	3,6	0,8
60 - 90	47,5	16,7			0
		22,5			

	16	20	45	69	72
0 - 30	5	-	-	-	-
30 - 60	8,5	-	-	-	-
60 - 90	11	5			
		6,5			

Les propriétaires se plaignent du manque d'eau dont la qualité est variable et indiquent les fréquences suivantes :

	16	20	45	69	72
Fréquence en jours	20	15 7 mois	45 4 mois	18 8 mois	20 6 mois
Résidu sec G/L	1,95	1,45	2,100	0,720	0,700

Les fumures sont moyennes à bonnes pour le 20 et 69, très faibles pour les autres.

IV C - VIGUEUR FAIBLE, RENDEMENT FAIBLE.

(Observations 2 - 4 - 25 - 26 - 28 - 32 - 34 - 42 - 46 - 49 - 50 - 62 - 64 - 66 - 70).

De ces observations se dégagent 3 groupes suivant la qualité des eaux d'irrigation ; eaux faiblement, moyennement et fortement minéralisées.

a) Eaux faiblement minéralisées.

	4	28	34	42	49	50	64	66	70
Résidu sec	1,560	1,150	0,820 0,660	1,150	1,360	1,360	1,600	1,400	0,720

Les sols des profils 4 et 70 sont très peu épais 20 et 23 cm, sableux sur croûte calcaire dure démantelée (surface caillouteuse) pour le 4 et sablo-argileux sur encroûtement pour le 70.

La teneur en calcaire total et actif est identique pour les deux sols :

4 (0-20 cm)	12,8	6,0	0,55 mmhos
70 (0-23 cm)	12,2	6,0	2,4 mmhos

La salure est négligeable en surface dans le 4 et est appréciable dans le 70.

On remarque des branches dénudées et mortes dans les arbres près de 4 et des feuilles jaunâtres chlorotiques des arbres près de 70.

Dans les deux cas les fumures sont moyennes (F_3) et l'irrigation se fait tous les mois pour le 4 tous les 18 jours pour le 70.

Il faut remarquer que les arbres du 70 sont âgés de 42 ans et ceux du 4 de 30 ans, tous plantés à un écartement de 5 m x 5 m.

Les sols des profils 34 - 42 - 64 et 66 comportent un encroûtement calcaire qui se situe entre 45 cm et 70 cm. La texture est sablo-limoneuse à surface et en profondeur pour le 34 et 64, sablo-limoneuse en surface équilibrée pour le 66 et sablo-argileuse sur toute la profondeur pour le

Le taux de calcaire est faible et n'augmente sensiblement que dans les profils 42 et 64.

cm \	34	42	64	66
0 - 30	5,8	0,8	14,6	2,8
30	5,8	12,9	12	4,4

	34	42	64	66
0 - 30	5	7	6,5	-
30 - 60		8,0	5	-

On n'observe pas d'accumulation saline notable sauf dans le profil 64 irrigué à l'eau de 1,6 g/L de résidu sec.

Les fréquences indiquées sont les suivantes :

	34	42	64	66
Fréquence en jours	12	8	15	10
Nombre de mois	5	7	7	6

Les fumures sont faibles (34) à moyennes (42 - 64 - 66)

On n'observe pas de symptômes de chlorose sauf le 34.

Le sol des profils 49 et 50 est de texture grossière avec un horizon sablo-argileux entre 30 et 60 cm dans le 49 et entre 50 et 90 cm dans le 50. Le taux de calcaire est moyennement élevé. La salure du sol est très faible et les valeurs les plus élevées sont observées dans les horizons sablo-argileux avec 2 mmhos pour le 49 et 1,55 mmhos pour le 50.

	49			50		
	Cal. total %	Cal. actif %	Conductivité E.S mmhos	Cal. total	Cal. actif	Conductivité E.S mmhos
0 - 30	15,0	6,5	0,32	13,7	7,0	1,15
30 - 60	14,6	6,5	2,0	14,6	6,5	1,20
60 - 90	13,7	6,5	1,85	14,2	7,0	1,55
90 - 120	5,8	-	1,75	10,0	3,5	1,52

Malgré une eau d'irrigation peu chargée, une fréquence de 10 jours pendant 7 mois les jeunes arbres ont un rendement et une vigueur faibles.

Le propriétaire remarque qu'il n'a jamais donné aucune fumure ni minérale ni organique à ses arbres depuis leur plantation.

b) Eaux moyennement minéralisées.

46 : 2,1 g/L

62 : 2,5 g/L

Les sols chatains de texture sablo-limoneuse (46) et sablo-argileuse (62) en surface équilibrée puis limoneux-argileux (46) et sablo-limoneux et sablo-argileux (62) en profondeur.

L'encroûtement calcaire se trouve respectivement à 80 (62) et 90 cm (46)

	46			62		
cm	Cal.total %	Cal.actif %	Conductivité mmhos	Cal.total %	Cal.actif %	Conductivité mmhos
0 - 30	7,9	-	1,2	5,7	-	1,25
30 - 60	6,2	-	1,7	1,6	-	1,1
60 - 90	24,1	13,5	1,7	12,2	7,5	1,95

Le taux de calcaire total et actif faible en surface; augmente en profondeur. Cette augmentation est également sensible pour la salure.

La fréquence des irrigations est de 15 jours pendant 4 mois pour le 46 et de 40 jours pendant 8 mois pour le 62.

La fumure est faible pour le 62 (F₂) et presque nulle pour le 46.

c) Eau fortement minéralisées.

Les salinités des eaux sont les suivantes

	2	25	26	32	86
Résidu sec g/L	3,760	4,6	4,6	3	5,0

Les sols ont une texture moyenne (2 - 26 - 86) à grossière (25 - 32) leur taux de calcaire est faible en surface, augmente en profondeur surtout dans le 25 et 32 au contact de l'encroûtement qu'ils surmontent.

Dans le profil 32 la croûte est très superficielle à 35 cm de profondeur dans les autres profils l'encroûtement et le sable encroûté oscillent entre 60 et 90 cm.

Profil	2	25	26	32	86	Profil	2	25	26	32	86
0-30	E	S	SA	SA	S	0-30	5,6	2,9	0,4	2,5	
30- 60	SA	S	LS	Croûtes	S	30-60	4,4	20/7	4,2	7,1	
60- 90	E	S. très encroûté à 35 cm calcaire encroût. à 75 cm.				S. cal	60-90	25,6/15			
/H calcaire actif %											

Malgré la teneur élevée en sels de l'eau d'irrigation on observe pas une accumulation notable dans les sols sauf dans le profil 2 en profondeur où la texture est fine.

Profil	2	25	26	32	86
0-30	0,58	1,6	0,68	0,49	
30-60	0,73	1,6	1,6	1,15	
60-90	4,9				

Dans les autres profils, en regard de leur texture grossière et filtrante, le sel a du être lessivé en profondeur.

Les fréquences d'irrigation indiquées sont les suivantes :

Profil	2	25	26	32	86
Fréquence en jours	15	20	20	8	10
Nombre de mois	9	7	7	8	7

Les fumures appliquées sont moyennes à faibles.

On remarque des signes de chlorose assez nets sur les orangers de 2 et sur les clémentiniers du 26 à l'exclusion des orangers.

Les arbres du 2 et 86 sont nettement dépérissants avec plusieurs branches défoliées et mortes.

2) Essai d'interprétation générale.

A part le facteur dosé que nous n'avons pas fait intervenir (que nous considérons comme moyen à médiocre à priori) trois facteurs apparaissent comme primordiaux pour expliquer les vigueur et les rendements : le sol, la fumure et la qualité de l'eau.

Action du sol.

Presque partout dans la région la texture des sols plantés en agrumes est grossière, quelques fois moyenne à grossière en surface et soit grossière soit moyenne en profondeur. Les variations sont faibles et n'ont pas donné de relation quelconque avec la vigueur ou les rendements.

Nous avons envisagé la profondeur utile des sols, celle qui est bien exploitée par les racines. En général elle est limitée par une croûte ou un encroûtement calcaire.

Dans le cas où la croûte ou l'encroûtement se trouve à une faible profondeur, elle est défoncée lors de la plantation et les racines peuvent s'infiltrer vers la profondeur (généralement du sable calcaire encroûté). L'étude du comportement des racines dans le sol (en cours) a montré la majorité des racines actives se localisent au dessus de la croûte ou l'encroûtement.

Quatre classes de profondeur utile ont été choisies pour l'interprétation d'ensemble.

P ₁	=	0 - 50 cm
P ₂	=	50 cm 100 cm
P ₃	=	100 cm 150 cm
P ₄	=	150 cm

Après les observations des systèmes racinaires nous avons regroupé les deux dernières catégories P₃ et P₄.

Action de la fumure.

Dans le cas des sols sableux et pauvres du Cap-Bon, la fumure organique et minérale apparaît comme un élément déterminant autant pour le développement que pour le rendement des orangers. La réponse des arbres est très nette, surtout dans le cas des fumures faibles ou nulles ou dans le cas d'une forte concurrence avec les cultures maraîchères intercalaires.

Cinq catégories de fumures ont été adoptées à partir des observations sur place et d'après Rebour (les agrumes).

Nulle	F_0	aucune fumure organique ou minérale
Très faible	F_1	20 Kgs de fumier, sans fumure minérale
Faible	F_2	25 Kgs de fumier, N_2O_3 200; P_2O_5 0,250; K_2O 0,300
Moyenne	F_3	50 Kgs de fumier, N_2O_3 500; P_2O_5 0,480; K_2O 0,720
Bonne	F_4	50 Kgs de fumier, N_2O_3 500; P_2O_5 0,480; K_2O 0,720

Action de l'eau.

Elle intervient tant par sa quantité que sa qualité :

Les quantités sont faibles dans l'ensemble. Comme nous ne les connaissons pas exactement, une approche a été tentée en prenant le nombre d'irrigation par mois et le nombre de mois d'irrigation, et la fréquence des irrigations.

Traduisant soit la réalité soit l'imprécision des renseignements, les données indiquent une faiblesse de la dose dans plus de 70 % des cas et ne peuvent donner lieu à aucune interprétation.

Les salinités sont mesurées au laboratoire.

Nous avons adopté quatre classes de salinité exprimées par le résidu sec total des sels en g/L.

Faible	S_1	de 0 à 1,5 G/L
Moyenne	S_2	de 1,5 à 2 G/L
Forte	S_3	de 2 à 3 G/L
Très forte	S_4	> 3 G/L

Action de la fumure.

Dans le cas des sols sableux et pauvres du Cap-Bon, la fumure organique et minérale apparaît comme un élément déterminant autant pour le développement que pour le rendement des orangers. La réponse des arbres est très nette, surtout dans le cas des fumures faibles ou nulles ou dans le cas d'une forte concurrence avec les cultures maraîchères intercalaires.

Cinq catégories de fumures ont été adoptées à partir des observations sur place et d'après Rebour (les agrumes).

Nulle	F_0	aucune fumure organique ou minérale
Très faible	F_1	20 Kgs de fumier, sans fumure minérale
Faible	F_2	25 Kgs de fumier, N_2O_3 200; P_2O_5 0,250; K_2O 0,300
Moyenne	F_3	50 Kgs de fumier, N_2O_3 500; P_2O_5 0,480; K_2O 0,720
Bonne	F_4	50 Kgs de fumier, N_2O_3 500; P_2O_5 0,480; K_2O 0,720

Action de l'eau.

Elle intervient tant par sa quantité que sa qualité :

Les quantités sont faibles dans l'ensemble. Comme nous ne les connaissons pas exactement, une approche a été tentée en prenant le nombre d'irrigation par mois et le nombre de mois d'irrigation, et la fréquence des irrigations.

Traduisant soit la réalité soit l'imprécision des renseignements, les données indiquent une faiblesse de la dose dans plus de 70 % des cas et ne peuvent donner lieu à aucune interprétation.

Les salinités sont mesurées au laboratoire.

Nous avons adopté quatre classes de salinité exprimées par le résidu sec total des sels en g/L.

Faible	S_1	de 0 à 1,5 g/L
Moyenne	S_2	de 1,5 à 2 g/L
Fort	S_3	de 2 à 3 g/L
Très fort	S_4	> 3 g/L

Les analyses des eaux donnent également la conductivité électriques et les cations et anions qui ont servi à l'estimation du S.A.R.

En général plus l'eau est salée et plus le S.A.R s'élève de même que le taux de chlorures.

L'interprétation de l'action de chaque facteur est malaisée car ils agissent souvent ensemble par interaction.

Nous avons voulu dissocier la vigueur du rendement qui peuvent dans certains cas ne pas être associés.

La vigueur et le rendement pour chaque cas sont comparés aux courbes de référence de vigueur et de rendement de l'ensemble des observations du Cap-Bon - Soukra et Mornag de la variété Maltaise de Tunisie (greffée sur bigaradier).

Les vigueurs et rendements sont classés en 4 catégories :

très bon	+
moyen	=+
médiocre	=-
faible	-

Les observations ont été regroupées sous forme de tableaux (1 à 8).

VIGUEUR ET VARIATION DES FACTEURS PROFONDEUR DU SOL

FUMURE ET SALINITE DE L'EAU.

a - Vigueur et profondeur du sol : (voir tableau 1)

Sur 24 observations de très bonne vigueur 58,24 % (14) se trouvent sur des sols profonds P_3 P_4 et 37,44 % sur des sols moyennement profonds P_2 .

Les autres cas de vigueur sont plus ventilés dans les classes de sols moyennement et peu profonds.

b - Vigueur et fumure : (voir tableau 3)

Sur 24 observations de très bonne vigueur 57,44 % ont des fumures abondantes (F_4) et 41,6 % ont de bonnes fumures F_3 .

95% des cas de très bonne vigueur ont une fumure $F_3 - F_4$.

c - Vigueur et salinité de l'eau : (voir tableau 3)

Sur 24 observations de très bonne vigueur 37,44 % ont des eaux de salinité faible S_1 (0 à 1,5 g/L) et 41,6 % ont des eaux de salinité moyenne S_2 (1,5 à 2 g/L) - 79 % des cas de très bonne vigueur sont irrigués avec des eaux de salinité de 0 à 2 g/L.

RENDEMENT ET VARIATION DES FACTEURS PROFONDEUR DU SOL,

FUMURE ET SALINITE DE L'EAU :

a - Rendement et profondeur du sol : (voir tableau 4)

Les très bons rendements sont obtenus dans les sols profonds $P_3 - P_4$ avec 80 % des cas observés.

b - Rendement et fumure :

Les très bons rendements sont obtenus avec les fumures F_3 et F_4 avec 100 % des cas observés :

Il en est de même des rendements moyens.

c - Rendement et salinité de l'eau :

Les très bons rendements sont obtenus avec des salinités faibles avec 70 % des cas observés irrigués avec des eaux S_1 , (0 à 1,5 g/L) et 30 % avec des salinités moyennes S_2 (1,5 à 2 g/L). Aucun bon rendement n'a été observé avec les eaux à sa linité supérieure à 2 g/L (S_3 et S_4).

Les rendements moyens sont plus ventilés, 50 % avec des eaux S_1 , 25 % avec S_2 et 25 % avec S_3 .

Aucun rendement moyen n'a été observé avec des eaux S_4 (3 g/L).

Les rendements médiocres et faibles sont ventilés dans toutes les catégories de salinité des eaux.

Etant donné l'interaction des facteurs aucun d'eux pris séparément n'explique ou ne justifie totalement la vigueur ou le rendement.

C'est pourquoi il était dès le départ difficile de donner une limite de salinité des eaux et sa recherche devait s'effectuer dans un cadre plus large en fonction des autres paramètres.

La conclusion provisoire qui se dégage de nos observations de la région de Soliman - Menzel Bou Salfa (Cap-Bon) est la suivante :

I - POUR OBTENIR UNE BONNE VIGUEUR DES ARBRES (orangers maltaises de Tunisie) dans le milieu cultural du Cap-Bon il faudrait que :

- 1) la profondeur utile du sol soit de 1 m au minimum bien drainant en surface et en profondeur.
- 2) la fumure organique et minérale bien fournie ($F_3 - F_4$) d'autant plus que les sols sont sableux.
- 3) la salinité de l'eau d'irrigation ne s'épasse pas 2 G/L de résidu sec.

II - POUR OBTENIR DE BONS RENDEMENTS IL FAUDRAIT QUE :

- 1) la profondeur utile du sol soit supérieure à 1 m. Les sols de la catégorie P_2 peuvent donner de bons rendements à moyens à condition qu'ils soient bien drainants et que les autres paramètres fumure et eau soient maintenus à un niveau supérieur.
- 2) la fumure organique et minérale soit appliquée à des doses élevées ($F_3 - F_4$)
- 3) la salinité de l'eau soit de préférence inférieure à 1,5 G/L (70 % des cas observés) et au maximum ne dépassant pas 2 G/L de résidu sec.

COMPARAISON DES RESULTATS PROVISOIRES DE L'ENQUETE AVEC LES DONNEES

BIBLIOGRAPHIQUES.

La bibliographie* sur la tolérance des agrumes à la salinité de l'eau d'irrigation est relativement abondante mais est difficilement comparable aux conditions de la Tunisie (climat, sols, variétés et porte greffe).

Nous citons dans ce qui suit les conclusions que tire le Professeur CHAPMAN dans la publication la plus récente de Citrus Industry sur le sujet :
(traduction)

*) Annexe bibliographique de la résistance des agrumes aux eaux salées de Monsieur LASRAH, Chef du Laboratoire d'arboriculture, I.N.R.A.T., dans le rapport définitif en cours d'élaboration.

En guise de conclusion générale sur la salinité liée aux performances des citrus, il ressort que dans l'état actuel de nos connaissances on ne peut donner une limite exacte des niveaux de sels permis dans les sols. Pour une orientation générale il pourrait apparaître que lorsque le chlore dépasse 70 ppm (exprimé sur la base du sol sec) ou dépasse 350 mg/L (10 meq/L) dans l'extrait de saturation, il y a possibilité de dégâts dus au chlore.

Pour ce qui est du Sodium, du pourcentage de Sodium échangeable (ESP ou $\frac{Na}{T} \%$), de la concentration du Sodium dans la solution du sol et des cations qui l'accompagnent et des anions (spécialement chlore et bicarbonate) il est difficile de poser des limites.

Cependant l'évidence suggère que lorsque ESP (% Na échangeable) dépasse 6,0 dans une partie quelconque de la zone racinaire, une possibilité de décroissance de la perméabilité, de l'aération, et de la disponibilité nutritive existe et la chaîne d'autres conséquences qui suivent.

Dans la solution du sol ou l'extrait de saturation, le Sodium soluble, dont le taux dépasse 20 meq/L (particulièrement si le calcium et le magnésium font moins que 50 % des cations solubles) peut causer une dépression dans la croissance, spécialement si l'anion prédominant est le chlorure. On peut s'attendre à des troubles graves si on trouve un taux de bicarbonate de Sodium bien en dessous de 20 mg/L.

Pour ce qui est du total des sels solubles, la meilleure estimation est obtenue à présent à partir de la mesure de la conductivité électrique de l'extrait de saturation.

Les valeurs qui dépassent 2,0 mmhos/cm devraient être regardées avec suspicion. Cependant, comme il a été montré par les résultats de Cooper. La présence temporaire de niveaux salins plus élevés peut ne pas être dangereuse et des porte greffe comme la mandarine Cléopâtre et la lime Rangpur et d'autres peuvent donner de bonnes performances sous des conditions de salinité plus élevées que celles que nous considérons comme permises actuellement.

Pour ce qui est de la qualité de l'eau d'irrigation, sous réserve de conditions climatiques sévères extrêmes, comme les élévations brusques de température, les vents desséchants, d'utilisation de porte greffe tolérant le lessivage adéquat de la zone racinaire, de bons soins cultureux, une bonne fertilisation, plus un lessivage pluvial, il est possible d'assurer raisonnablement de bonnes performances aux citrus dans certains cas avec 2.000 ppm (2 G/L) de résidu sec total (conductivité électrique 3 mmhos/cm environ) et de médiocres performances avec des eaux de 3.000 ppm (3 G/L).

Il est généralement admis que les niveaux de sels totaux de 1.500 ppm (1,5 G/L) et 200 à 500 ppm (200 à 500 mg/L) de chlorures représentent la limite supérieure pour le succès de la production des citrus sous la plupart des conditions.

Cependant la répétition des extrêmes climatiques, le peu de lessivage pluvial et des sols de faible perméabilité peuvent éliminer leur usage". (fin de citation).

Il apparaît heureux que les valeurs et les limites qui se dégagent de nos observations et des tableaux correspondent parfaitement aux conclusions du Professeur CHAPMAN.

Il semblerait dès lors intéressant de continuer l'enquête et le dépouillement de ses résultats pour les autres régions agrumicoles du Cap-Bon, du Hornag et de la Soukra où les conditions de sols et d'eaux sont différentes de la région de Soliman - Mansel Bou-Zelfa.

TUNIS, le 22 Juin 1971

1) Profondeur du sol.

P₁ : 0 à 50 cm
P₂ : 50 à 100 cm
P₃ : 100 à 150 cm
P₄ : à 150 cm

Salinité de l'eau

S₁ : 0 à 1,50 g/L R.S
S₂ : 1,50 - 2,00 g/L R.S
S₃ : 2,00 - 2,50 g/L R.S
S₄ : 3,00 g/L R.S

Nombre total des irrigations

A : 30 irrigations par an et +
B : entre 16 et 30 irrigation
C : 10 et 16
D : 6 et 10

nombre de mois

Fréquence

Fréquences

FR 1 : 4 à 10 jours
FR 2 : 10 à 15 jours
FR 3 : 15 à 20 jours
FR 4 : - 20 jours

Fumure organominérale en Kg par arbre adulte et par an.

FO : aucune fumure
F1 : 20 Kg de fumier et sans fumure minérale
F2 : < 25 Kg de fumiers et N₀, 200, P_{0,5} 0,250, K₀ 0,300
F3 : 50 Kg de fumier, N 0,500, P_{0,5} 0,480 et K₀ 0,720
F4 : > 50 Kg de fumier, N 0,500, P_{0,5} 0,480, K₀ 0,720

FACTEUR INTERVENANT DANS LE DEVELOPPEMENT DE LA PRODUCTION DES PLANTES

Vigueur et profondeur* du sol

Tableau 1

Vigueur	Répartition en : Nombre total des observations	P - 1		P - 2		P 3 et P 4	
		nb.obs.	en % par rapport au total	nb.obs	en % par rapport au total	nb.obs	en % par rapport au total
+	24	1	4,16	9	37,44	14	58,24
= +	7	3	42,48	3	42,84	1	14,28
= "	10	2	20	5	50	3	30
-	25	4	16	16	64	5	20

* Profondeur du sol

P 1 : 0 à 50 cm
P 2 : 50 à 100 cm
P 3 : 100 à 150 cm
P 4 : > à 150 cm

FACTEUR INTERVENANT DANS LE DEVELOPPEMENT DE LA PRODUCTION DES PLANTES

Vigueur et salinité de l'eau

Tableau 2

Vigueur	Répartition en : Nombre total des observations	S - 1		S - 2		S - 3		S - 4	
		nb.obs	en % par rapport au total	nb.obs	en % par rapport au total	nb.obs	en % par rapport au total	nb.obs	en % par rapport au total
+	24	9	37,44	10	41,6	4	16,64	1	4,16
= +	7	3	42,84	2	28,56	1	14,28	1	14,28
= -	8	4	50	1	12,5	1	12,5	2	25
-	23	12	52,28	4	17,76	4	17,76	3	13,02

Salinité de l'eau

S 1	4	0 à	1,50 g/L	R.S
S 2	4	1,50 ~	2,00 g/L	R.S
S 3	4	2,00 ~	3,00 g/L	R.S
S 4	1	>	3,00 g/L	R.S

FACTEUR INTERVENANT DANS LE DEVELOPPEMENT DE LA PRODUCTION DES PLANTES

Vigueur et fumure Tableau 3

Vigueur	Répartition en nombre total des observations	F - 0		F - 1		F - 2		F - 3		F - 4	
		nb.obs	en % par rapport au total	nb.obs	en % par rapport au total	nb.obs	en % par rapport au total	nb.obs	en % par rapport au total	nb.obs	en % par rapport au total
+	24	0	0	1	4,16	4	16,64	10	41,6	9	37,44
= +	7	0	0	0	0	2	28,56	3	42,84	2	28,56
= -	10	0	0	0	0	2	20	6	60	2	20
-	25	2	8	3	12	5	20	12	48	3	12

Fumure organo minérale en Kg par arbre adulte et par an.

- F C : Aucune fumure
- F 1 : 20 Kg de fumier. et éqvs. fumure minérale P_{2O_5} 0,200, K_2O 0,300
- F 2 < 25 Kg de fumier. et Mo , 200, P_{2O_5} 0,250, K_2O 0,300
- F 3 50 Kg de fumier, N 0,500, P_{2O_5} 0,480 et K_2O 0,720
- F 4 > 50 Kg de fumier, N 0,500, P_{2O_5} 0,480, K_2O 0,720

Facteurs intervenant dans le développement et la production des plantes

Rendement et profondeur du sol

Tableau 4

Rendement	Repartition en nombre total des observations	P 1		P 2		P 3 et P 4	
		nb. obs	en % par rapport au total	nb. obs	en % par rapport au total	nb. obs	en % par rapport au total
+	10	2	20	1	10	7	70
= +	8	1	12,5	5	62,5	2	25
≠ -	9	3	33,3	3	33,3	3	33,3
-	40	7	17,92	22	56,32	11	28,16

Profondeur du sol

P₁ 0 à 50 cm
P₂ 50 à 100 cm
P₃ 100 à 150 cm
P₄ > 150 cm

Facteurs intervenant dans le développement et la production des plantes

Rendement et fumure

Tableau 5

Rendement	Répartition en nombre total des observations	F 0		F 1		F 2		F 3		F 4	
		nb. obs	en % par rapport au total	nb. obs	en % par rapport au total	nb. obs	en % par rapport au total	nb. obs	en % par rapport au total	nb. obs	en % par rapport au total
+	10	0	0	0	0	0	0	6	60	4	40
= +	8	0	0	0	0	0	0	6	75	2	25
= -	9	0	0	2	22,2	0	0	4	44,4	3	33,3
-	39	2	5,12	3	7,68	12	30,72	15	38,40	7	17,92

Fumure organominérale en Kgs par arbre adulte et par an.

F₀ : aucune fumure

F₁ : 20 Kgs de fumier et sans fumure minérale

F₂ : < 25 Kgs de fumier; N : 0,200; P₂ O₅ : 0,250 K₂O : 0,300

F₃ : 50 Kgs de fumier; N : 0,500; P₂ O₅ : 0,480; K₂O : 0,720

F₄ : > 50 Kgs de fumier; N : 0,500; P₂ O₅ : 0,480; K₂O : 0,720

Facteurs intervenant dans le développement et la production des plantes

Rendement et salinité de l'eau

Tableau 6

Rendement	Répartition en nombre total des observations	S 1		S 2		S 3		S 4	
		nb.obs	en % par rapport au total	nb.obs	en % par rapport au total	nb.obs	en % par rapport au total	nb.obs	en % par rapport au total
+	10	7	70	3	30	0	0	0	0
= +	8	4	50	2	25	2	25	0	0
= -	9	4	44,4	2	22,2	2	22,2	1	11,2
-	35	14	35,64	10	25,6	6	15,36	5	12,80

Salinité de l'eau

S₁ : 0 à 1,50 g/L R.S
 S₂ : 1,50 à 2,00 g/L R.S
 S₃ : 2,00 à 3,00 g/L R.S
 S₄ : > 3 g/L R.S

PIECES ANNEXEES

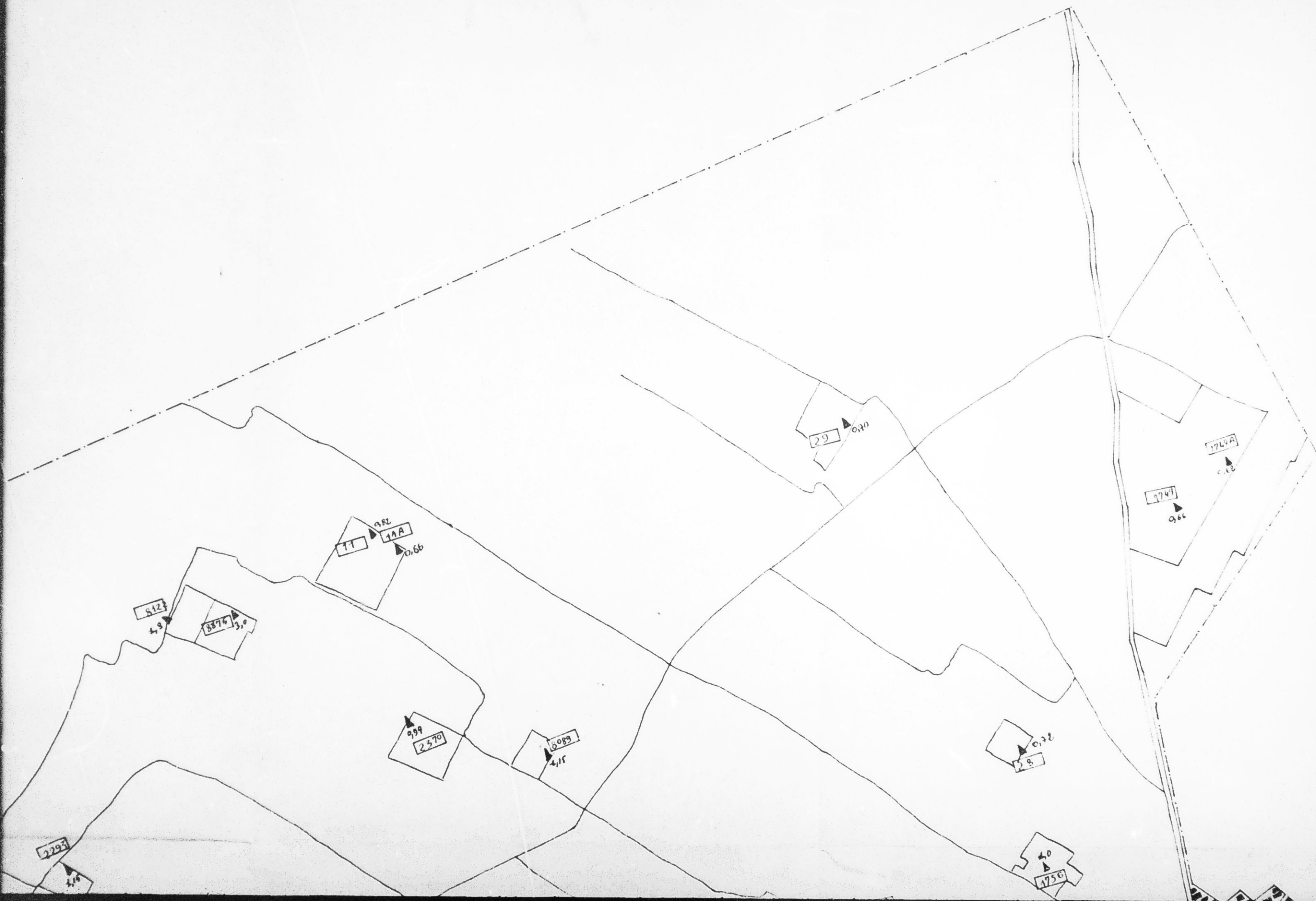
- 1) Carte des puits et salinité de l'eau région de Soliman et Menzel Bou Zella (d'après photos aériennes au 1 : 12.500).
- 2) Carte de situation des observations au Crp-Bon région de Soliman et Menzel Bou Zella (d'après photos aériennes au 1 : 12.500).
- 3) Trois graphiques.

PUITS ET SALINITE DE L'EAU
REGION DE SOLIMAN ET MENZEL IBOU-ZELFA
(d'après les photos aériennes au 1/12.5)

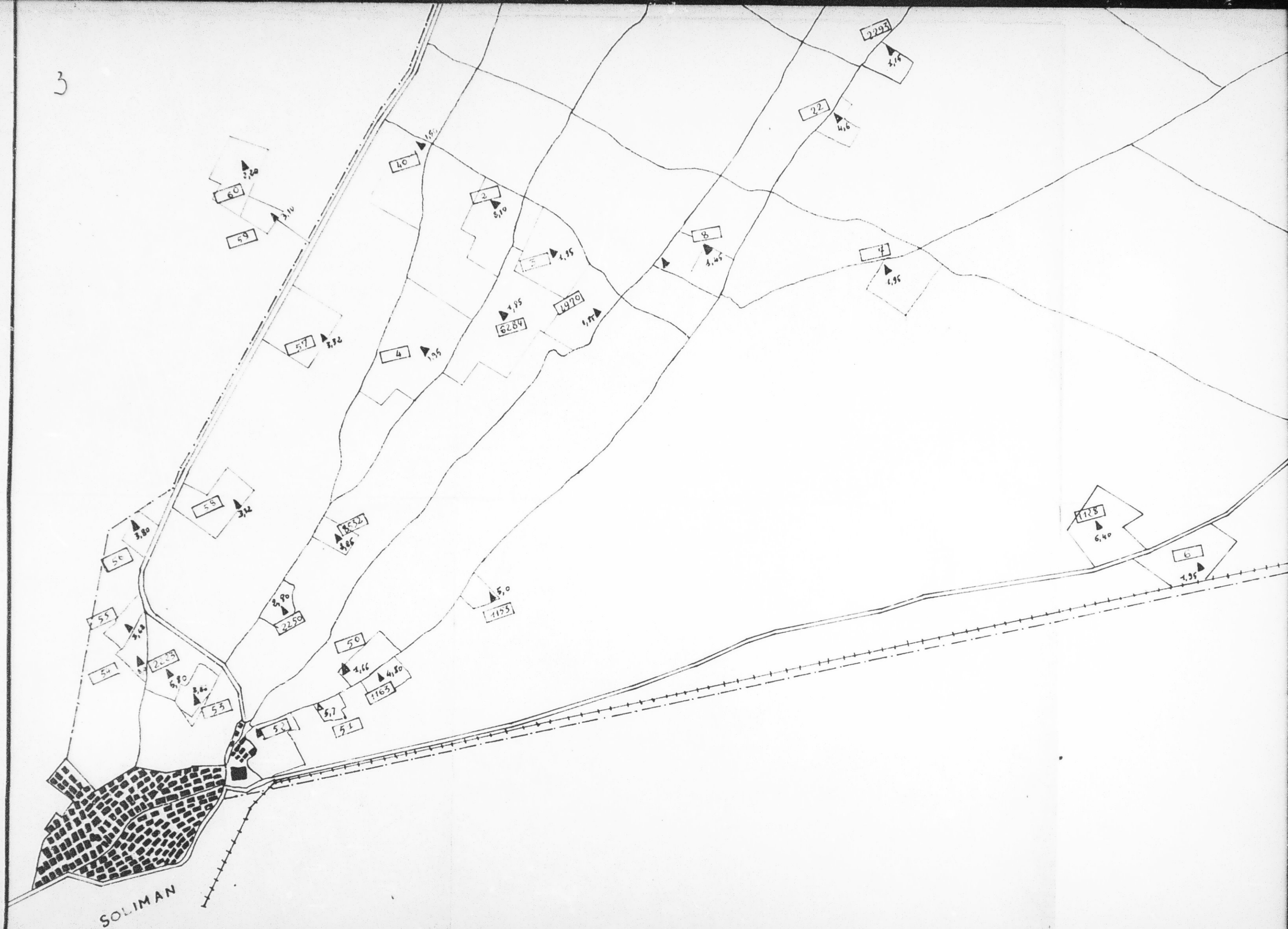
Λ

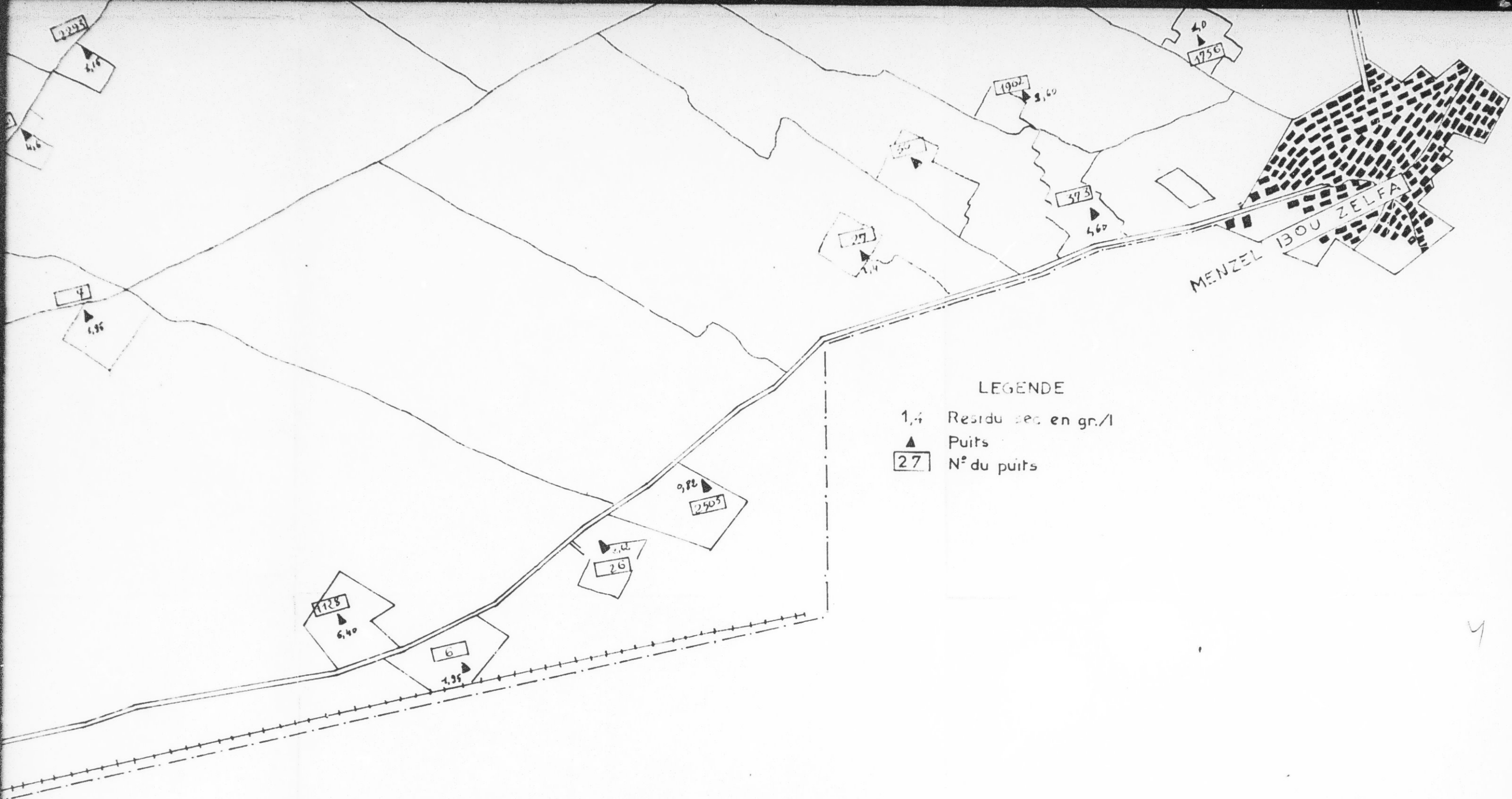


L'EAU
NZEL IBOU-ZELFA
cs au 1/12.5)



3





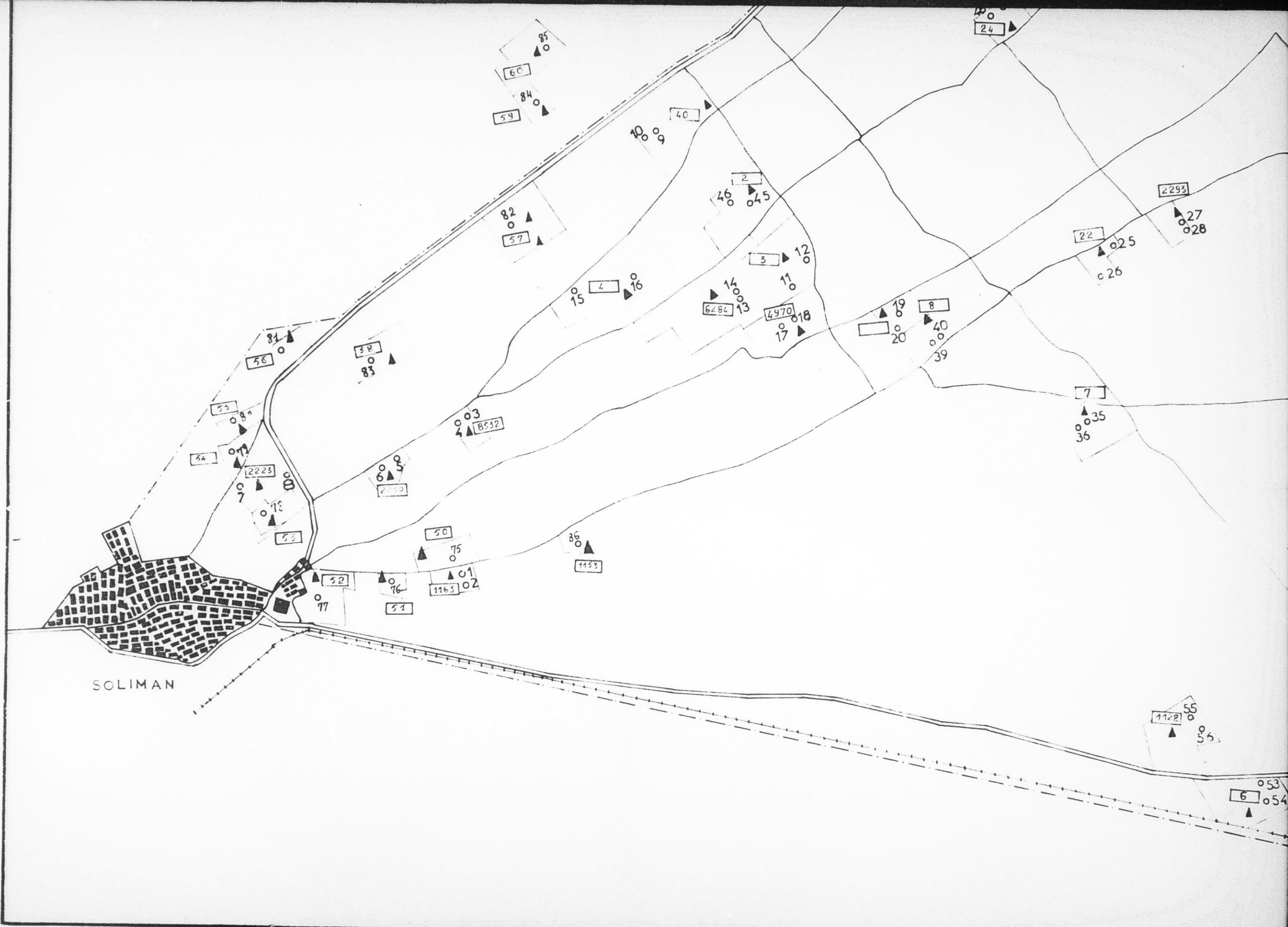


1

SITUATION DES OBSERVATIONS AU CAP-IBON
REGION DE SOLIMAN ET MENZEL BOU-ZELFA
(d'après les photos aériennes au 1/12.5)

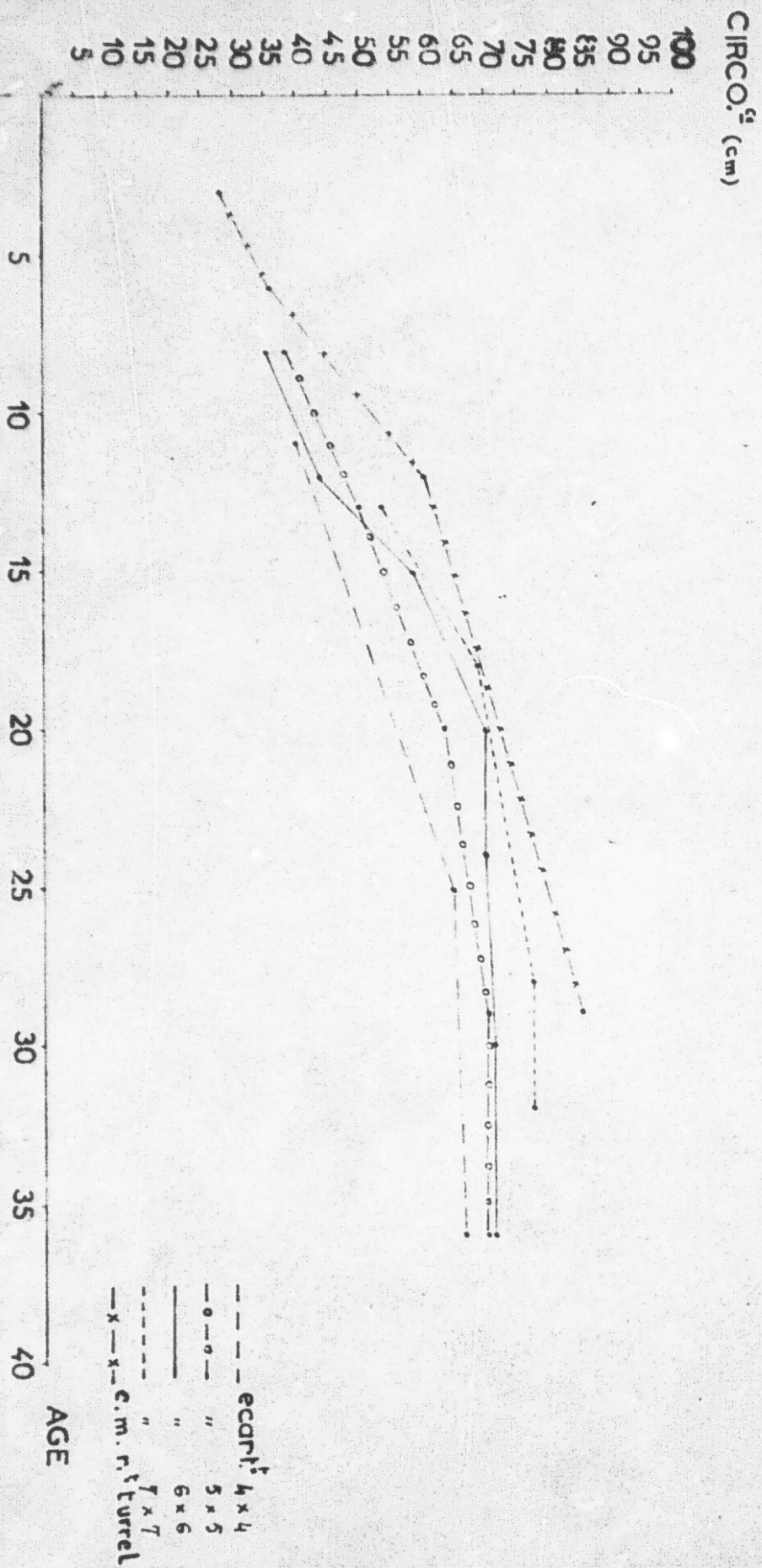


3



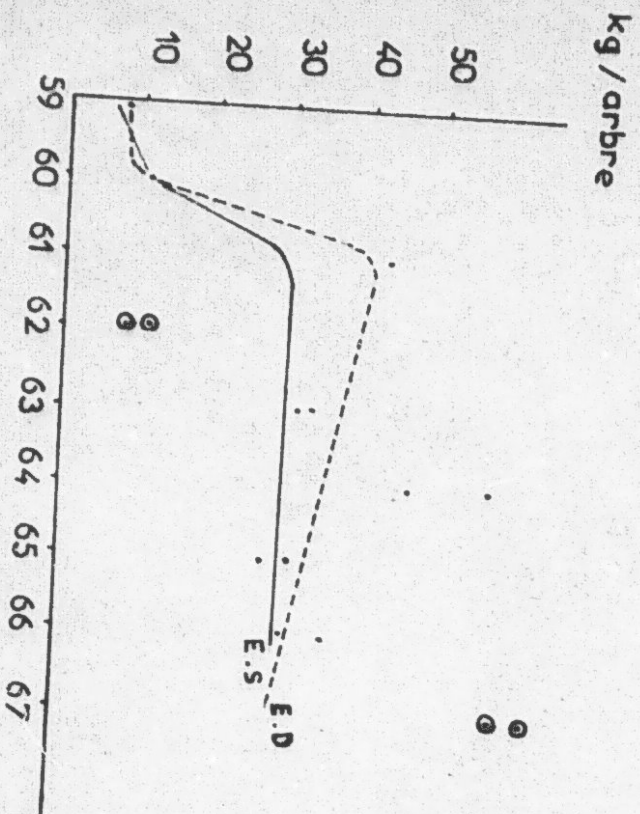


GRAPHIQUE N° 1
 Courbes moyennes de croissance du tronc
 en fonction des écartements



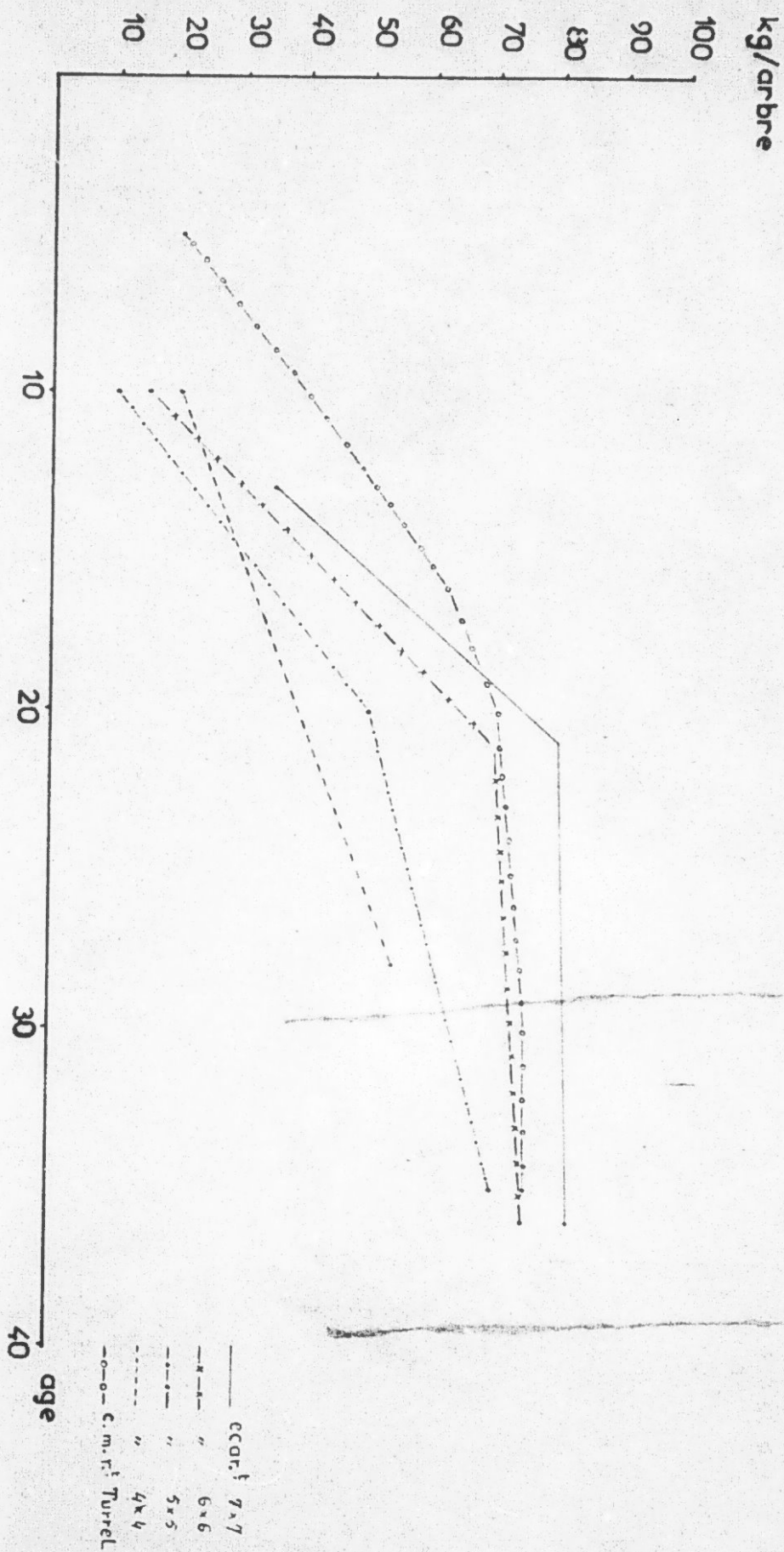
GRAPHIQUE N°2

Rendement des arbres irrigués à l'eau douce et à l'eau salée
dose C. (0,3 à 0,50 E.T.P.)
Centre d'études de l'eau



GRAPHIQUE N° 3

Courbes moyennes de rendement des malraises en fonction
des écartements



FIN

42

VUES