

Ministère de l' Agriculture
Direction des Sols
Tunis

Centre ORSTOM de Tunis
7 rue Taïmour
Tunis

SUIVI DE LA SALURE DES PERIMETRES IRRIGUES DE TUNISIE
PAR CONDUCTIVIMETRIE ELECTROMAGNETIQUE EN TUNISIE

rapport de campagne 1989-1990

JOB J.O.°, HACHICHA M.°°

Tunis, le 15 Juin 1990.

- ° Pédologue ORSTOM, Mission ORSTOM, Tunis
- °° Pédologue, Direction des sols, Tunis

SUIVI DE LA SALURE DES PERIMETRES IRRIGUES DE TUNISIE
PAR CONDUCTIVIMETRIE ELECTROMAGNETIQUE EN TUNISIE

rapport de campagne 1989-1990

INTRODUCTION

Ce rapport présente en résumé les opérations menées pour le suivi de la salure dans les périmètres irrigués de juin 1989 à juin 1990. Il se compose des parties suivantes:

- 1- tableau synoptique des études, résultats et perspectives.
- 2- le choix des parcelles représentatives.
- 3- les expérimentations en cours.
- 4- les activités de formation dans le cadre du programme.

et en annexe:

- a1- caractéristiques des parcelles représentatives.
- a2- équations d'étalonnage.
- a3- cartes sur grandes parcelles.
- a4- liste des rapports et travaux effectués.

Ce rapport ne présente que les principaux résultats. Le lecteur intéressé par plus de détails se rapportera aux publications faites pour chacun des périmètres.

note liminaire:

Les études que nous avons entreprises concernent en priorité les régions faisant déjà l'objet de conventions d'études particulières entre la Direction des Sols et d'autres Institutions Tunisiennes en juin 89. Nous présenterons les résultats du Nord de la Tunisie vers le Sud.

1- TABLEAU SYNOPTIQUE DES PARCELLES SUIVIES

caractéristiques périmètre			caractéristiques agropédologiques	
region	sup(ha)	parcelles	type de sol	irrig.
BIZERTE	3000	1 à UTIQUE	sols argilo-limoneux	planche
TUNIS	2750	3 à CEBALA	sols argilo-limoneux	planche
JENDOUBA	2750	3 à ZAMA	sols argilo-limoneux	rampe
CAP BON	2000	2 GROMBALIA	sols argilo-limoneux	aspers
KAIROUAN	1200	3 SIDI-SAAD	texture moyenne à sableuse	aspers
" " "	60	1 H.OUSSIF	sols lourds	planche
" " "	300	1 ZAAFRANA	texture moyenne à lourde	planche
MAHDIA	80	1 ESSAAFET	limon sur argile tirsifiée	planche
" "	60	1 ZELBA I	limons à nodules	planche
" "	60	1 ZELBA II	alluvions limono sableuses	planche
GAFSA	750	2 GAFSA SO	alluv. colluvions fines	planche
" "	2200	3 LELAT-KSR	alluvions gypso-salines	planche
" "	550	7 GUETTAR	gypso-salins hydromorphes	planche

avec les notations suivantes:

Sup(ha) : superficie totale du périmètre.

Parcelles : nombre et localisation des parcelles suivies dans chaque gouvernorat.

Une trentaine de parcelles sont donc suivies actuellement. Elles sont représentatives d'une superficie totale d' à peu près 10000 hectares de sols affectés par les sels.

PRINCIPAUX RESULTATS OBTENUS ET PERSPECTIVES

RESULTATS:

1- Il n'est intéressant de faire des cartes de salure que si une prospection préliminaire a montré qu'il y a une tendance spatiale dans la distribution exemples: Sidi-Saad, Utique, Grombalia (grande parcelle), El Guettar.

2- Seules les petites parcelles permettent de suivre une dynamique rapide des sels si elle existe: les petites parcelles d' El Guettar où l'effet des inondations de janvier 90 est flagrant.

3- Pour les périmètres cultivés par micro-parcelles constituant des mosaïques de culture et de gestion d'eau, il faut sélectionner un trois ou quatre micro-parcelles sur lesquelles les quantités d'eau apportées sont faibles et trois ou quatre où les irrigations sont abondantes. Seules les moyennes des mesures sont interprétées.

4- Les quantités d'eau apportées semblent assez faibles dans tous les cas étudiés. Il faut adapter la méthodologie en tenant compte du fait que l'on ne peut pas souvent connaître la quantité d'eau utilisée sur une parcelle pendant une campagne. Les profils hydriques ne sont modifiés à plus de 120 cm qu'après de fortes pluies.

C'est donc dans la zone de 80 à 100 cm que l'on peut craindre des accumulations de sels à long terme.

PRESPECTIVES:

1- Il faudrait pouvoir interpreter les résultats d'étalonnage en fonction des types de sol étudiées. Il faudrait également préciser le rôle de la porosité ou de la texture sur les relations de type $CEH=f(CE_{sat})$, $CE_{sat}=f(CE_{dix})$ et $CEH=f(\text{Humidité}, CE_{sat} \text{ constant})$. Ces précisions sont indispensables à connaître avant d'étendre ce programme à d'autres périmètres.

2- Le nombre très important de données numériques disponibles au bout d'un an (plus de 7000 mesures) implique qu'une personne s'occupe exclusivement de l'archivage informatique, ces données devant être utilisées plusieurs années des suite.

notations:

dans la suite nous utiliserons les notations suivantes:

CEM : abréviation pour "conductivité électromagnétique"
Date : date de prise des mesures
CEVm,CEHm : moyenne des mesures de Conductivité électromagnétique en mode vertical (CEVm) et horizontal (CEHm) sur toute la parcelle.
CEH(15) : mesure CEVm rapportée à une humidité pondérale moyenne de 15 %.
Rap. : valeur du rapport CEVm/CEHm
Fich. : fichier informatique de sauvegarde des résultats
Maille : intervalle entre deux mesures
Taille : taille de la parcelle représentative
 θ_m , $d\theta$: humidité pondérale moyenne et intervalle d' humidité
culture : culture(s) pratiquée(s) au moment de la mesure
nappe : profondeur de la nappe si elle est inférieure à 2 m.

2- CHOIX DES PARCELLES REPRESENTATIVES, MESURES ET RESULTATS

21- ARRONDISSEMENT DE BIZERTE

211- Cadre général

Dans la grande diversité de paysages agronomiques , on peut distinguer quatre groupes de périmètres différents: la plaine de Sedjenane, la plaine de Mateur, la plaine côtière de Ras El Jebel, la rive Gauche de la Basse-Vallée de la Medjerda. A peu près 13000 ha sont irrigués dont 8000 mal drainés. Les eaux proviennent des barrages de Joumi et R'zala.

213- Site étudié

Périmètre Nouvelle-Utique: Caractéristiques du site

caractéristiques périmètre			caractéristiques agropédologiques	
region	sup(ha)	nb. de par.	type de sol	irrig.
UTIQUE	3000	1	sols argilo-limoneux	planche

213- Mesures et résultats en cours d'élaboration.

22-BASSE VALLEE DE LA MEJERDAH

221- Cadre général

Sols à texture fine hydromorphes en profondeur. Les périmètres couvrent 32.000 ha dont 28.000 équipés pour l'irrigation. La concentration des eaux du barrage d'Aouina qui alimente le canal du Cap Bon oscille aux environs de 2 g/l. La salinité moyenne des sols entre 0 et 120 cm se situe entre 1 et 4 dS/m.

222- Etudes en cours

caractéristiques périmètre			caracteristiques agropédologiques	
region	sup(ha)	nb. de par.	type de sol	irrig.
CEBALA	2750	3	sols argilo-limoneux	planche

243- Mesures faites au Cap Bon

date	CEVm	CEHm	CEH(15)	Rap.	carte isovaleurs	var.	fich.
07:89	108	87		1,26	70-90-110-130	CEV(14)	GR1
03:90					en cours		GR2
:90					en cours		GR2

244- résultats en cours d'élaboration.

25- KAIROUANAIS

251- Cadre général

Dans le Kairouanais, sur 55.000 ha potentiellement irrigables, 42.000 sont actuellement irrigués. Dans les trois années à venir, les 1.000 ha du périmètre de Sidi Saad, dont 735 sont confiés à la SODASS seront étendus à 2.800 ha. Les périmètres les plus atteints par les sels sont ceux de Zaâfrana 2 et Zaâfrana 3, Kilani, Bir Jedid, El Alem, Henchir El Oussif, Henchir Bou Ali et Sbikha. Le périmètre de Sidi-Saad est partiellement salé. Il fait l'objet d'une convention d'étude SODASS/DS.

252 Caractéristiques des parcelles représentées

h) a
sre

et e4S 1 c 9 e r pu

253- Mesures faites à Sidi-Saad

date	CEVm	CEHm	CEH(15)	Rap.	présent. resultats	var.	fich.
10:89	30	45			moyennes		SS7
10:89	120	107			isoval:80-100-120		SS8
10:89	40	45			moyennes		SS9
10:89	120	95			isoval:60-80-100		BBH
11:89	100	120			" " " " "		ZFR

Il n'y a pas de problème de salure à craindre à Sidi-Saad. A Henchir Oussif on peut craindre une accumulation à cause du mauvais drainage. Variation faible à Zaafrana III.

26- MAHDIA

261- Cadre général

L'irrigation se fait à partir de nappes profondes de Zerameddine-Beni Hassen, de Souassi, et Sfax. Il y a deux contraintes principales : la salinité des eaux souvent supérieure à 4 g/l et la faiblesse des réserves qui limite le débit à 960 l/sec. Seule la nappe de Sfax offre des possibilités qui seront exploitées pour les périmètres de Zelba II et Zelba III en cours d'aménagement. A Zelba I, au bout de trois ans de mise en eau, on constate une accumulation des sels.

A Zelba II, les sols sont fins sur croûte calcaire ou limons à nodules. L'irrigation prévue en 1990 à proximité d'un sondage existant. L'opération est en cours de structuration. Les sols ne sont pas salés actuellement. A ESSAFET (oued CHIBA), les sols sont peu drainants. Une extension à 80 ha est prévue grâce à un forage profond (5,1 g/l).

262- Caractéristiques des parcelles

caractéristiques périmètre			caractéristiques agropédologiques	
region	sup(ha)	nb. de par.	type de sol	irrig.
ESSAAFET	80	1	limon sur argile tirsifiée	planche
ZELBA I	60	1	limons à nodules	planche
ZELBA II	60	1	alluvions limono sableuses	planche

262- Mesures faites à Mahdia

date	CEVm	CEHm	CEH(15)	Rap.	carte isovaleurs: CEH	fich.
06:89	201	156	150	1,31	100-120-140-160-200 CEH(15)	ES1
02-90	228	206	146	1,13	120-140-160-200 CEH(15)	ES2
06-88	70	54	---	1,4	30-30-50-60 CEH(10)	Z11
07-89	m	42	m	m	40-50-60 CEH(10)	Z12
02:90	62	54	62	1,17	30-40-50 CEH(10)	Z13

263-conclusions et perspectives:

Aucune variation n'est décelable au cours des deux dernières années. Il faut traiter le cas de Zelba I comme une mosaïque

27- OASIS DE GAFSA

271- Cadre général

Il y a une très grande diversité des situations agropédologiques sur les 3000 ha d'oasis. Après les visites préliminaires en 88 et 89, et compte tenu de la grande difficulté qu'il y a d'appréhender la salure de sols soumis à des pratiques culturales extrêmement diverses, plusieurs parcelles ont été choisies:

caractéristiques périmètre			caractéristiques agropédologiques	
region	sup(ha)	nb. de par.	type de sol	irrig.
GAFSA SO	835	2	alluv. colluvions fines	planche
LELAT	700	3	alluv gypso-salines l	planche
GUETTAR	550	7	gypso-salins hydromorphes	planche

272- Mesures faites dans l' Oasis de Gafsa Sud-Ouest

date	CEVm	CEHm	CEH(15)	Rap.	carte isovaleurs	var.	fich.
11:89	51	40		1,3	moyennes	CEH(11)	GL1
07:90	42	31		1,4	moyennes	CEH(7)	GS1

273- Mesures faites dans l' Oasis de Lellat

date	CEVm	CEHm	CEH(15)	Rap.	carte isovaleurs	var.	fich.
05-89	88	70			moyenne	CEH(10)	GA00
08-89	80	62		1,3	" " "	" " "	GA0
09-89	60	40		1,5	" " "	" " "	GA1
02-90	70	50		1,4	" " "	" " "	GA2
12-89	86	70		1,3	" " "	" " "	MR2
02-90	83	62		1,3	" " "	" " "	MR3
05-90	86	64		1,3	" " "	" " "	MR4
12-89	78	66		1,2	" " "	" " "	SA1

274- Conclusions et perspectives

La parcelle de Gafsa-SO est plus menacée par l'alcalinisation que par la salure. Les parcelles de Lellat ont une utilisation d'eau non mesurable, mais il n'y a pas de danger immédiat.

275- Mesures faites dans l'Oasis d'El Guettar

date	CEVm	CEHm	CEH(15)	Rap.	carte isovaleurs	var.	fich.
08-89	139	87	87	1,6	moyennes	CEH(15)	G10
09-89	167	119	81	1,4	" "	"	G11
02-90	-	-	-	-	parcelle inondée	-	G12
05-90	308	318	258	0.97			G13
07-89	143	111		1,29			G20
09-89	125	111	94	1,13			G21
02-90	-	-	-	-	parcelle inondée pp		G22
05-90	168	145	118	1,17	partie cultivée		G23
" "	223	174	147	1,28	partie non cult 90		G23
09-90	255	287	-	1,0	friche		G30
" "	199	155		1,3	partie cultivée		G30
05-88	38	23		1,67	non salé		G50
05-90	53	41	-	1,25			G51
07-89	89	58		1,54			G60
05-90	165	129	102	1,28			G61
	-	-	-	-			

275- Conclusions et perspectives

La salinité n'est un problème que dans les parcelles non cultivées où les remontées capillaires sont très importantes et dans les parties basses où le drainage est inexistant.

ANNEXES

A1- CARACTERISTIQUES DES PARCELLES REPRESENTATIVES

A11- Utique: caractéristiques de la parcelle

mesures				humidités		gestion de parcelle		ref.
date	maille	nb	taille	θm	dθ	culture	nappe	fich
07/89	10 10	140		25	20 29	maraichage	180	
03 90	" "	140		25	20 30	pépinière	120	

A12- Cebala: caractéristiques de la parcelle

mesures				humidités		gestion de parcelle		ref.
date	maille	nb	taille	θm	dθ	culture	nappe	fich
09-89	15 15	70	2700 m	23	21 25	coton	100	SBT
03-90	" "	"	" "	24	22 26	orge	80	SB2
09-89	" "	45	1500 m	14	11 16	coton	180	SCT
03-90	50 50	200	50000 m	24	17 35	orge	100	SB3

A13-Jendouba: caractéristiques de la parcelle

mesures				humidités		gestion de parcelle		ref.
date	maille	nb	taille	θm	dθ	culture	nappe	fich
03-89	10 10	160	80 x 50			mais		ZM1
02-90	10 10	220	160x120			betterave		ZM2
02 90	10 10	71	260x160	19	18 21	vesce-avoine		ZA1

A14- Cap Bon: caractéristiques de la parcelle

mesures			humidités		gestion de la parcelle		ref.
date	maille	Nb	θ_m	$\theta_{\min-\max}$	culture	nappe .	fich
07-89	10 x 10	102	14	11 -17	sorgho		GR1
03-90	10 x 10	102	15	14 16	orge		GR2
03-90	100x 100		15	14 - 16	orge-blé		

A15-Sidi-Saad :caractéristiques de la parcelle

mesures				humidités		gestion de parcelle		ref.
date	maille	nb	taille	θ_m	d θ	culture	nappe	fich
10/89	20 20	104	5400 m	12	10 15	labour		SS7
10 89	" "	70	2400	17	11 19	luzerne		SS8
10 89	" "	104	5400	14	11 16	orge		SS9
10 89	" "	49	1800	14	10 20	maraichage		BBH
11 89	" "	35	1400	15	11 18	orge		ZFR

A16- Mahdia: caractéristiques des parcelles

mesures				humidités		gestion de parcelle		ref.
date	maille	nb	taille	θ_m	d θ	culture	nappe	fich
06-89	10 10	129	4000 m	15	10 17	oliviers-inter	perch	ES1
02-90	10 10	281	" "	25	23 28	" " "	"	ES2
06-88	10 10	286	2600	10	9 16	mosaïque	non	Z11
07-89	10 10	325	" "	10	m	de cultures	"	Z12
02-90	10 10	351	" "	13	12 14	diverses	"	Z13
02-90	50 50	281	70000					Z14

A17- Oasis de Gafsa Sud-Ouest: caractéristiques des parcelles

mesures				humidités		gestion de parcelle		ref.
date	maille	nb	taille	θm	dθ	culture	nappe	fich
11-89	10 x 10	39		11		luzerne 1 an		GL1
05-90	10 x 10	39		6	3-11	luzerne 2 ans		cours
07-89	2 x 5	20	21x16	7	homog	maraichage été		GS1
10-88	10 x 10	229		10	9-11	oliviers		GP1
03-90	100x100	42x3		8	-	arboriculture		GV1

A18- Oasis de Lelat: caractéristiques des parcelles

mesures				humidités		gestion de parcelle		ref.
date	maille	nb	taille	θm	dθ	culture	nappe	fich
05-89	sans	24	14 18	10	-	oliviers seuls	non	GA00
08-89	" "	20		10	-			GA0
11-89		20		12	-			GA1
02-90		10		20	20-20			GA2
12-89	7 x 10	24	30 70	11	-	oliviers seuls		MR2
02-90		24		12	-			MR3
05-90		24		11	-			MR4
02-90	100x100	39	1x0,4Km	12	-	oliviers seuls		SA1

A2- RAPPORTS ET PUBLICATIONS

- Ben Hassine H., Hachicha M., Job J.O., Loyer J.Y., 1988- La conductivimétrie électromagnétique: application au suivi de la salinité des sols des périmètres irrigués de Tunisie. Rapport multigr., ORSTOM/DS, Montpellier, 22 pp.
- Ben Salem Th., 1990- Suivi de la salure du périmètre de Zelba III la méthode de conductivité électromagnétique. Rapport de stage, CRDA de Mahdia (à paraître).
- Boivin P., Hachicha M., Job J.O., Loyer J.Y., 1989- Une méthode de cartographie de la salinité des sols. Conductivité électromagnétique et interpolation par krigeage. Science du sol, vol.25, n°1, p:69-73.
- Bransia M., Job J.O., 1990- Suivi de la salure du périmètre de Zama Bou Salem par conductivité électromagnétique. Note succincte.
- Hachicha M., Job J.O., Loyer J.Y., 1990- Contrôle de la salinité des sols du périmètre de Gafsa-Sud-Ouest par conductivimétrie électromagnétique. Direction des Sols/ORSTOM, (sous-presse).
- Hachicha M., Traboulsi A., Soussi A., 1990- Comparaison de la méthode de suivi par conductivité électromagnétique et de la méthode classique: exemple Cebala Ben Amar (en prep.)
- Hamrouni, Soussi A., Job J.O., (à paraître)- Mesure rapide du gypse dans les sols.
- Job J.O., Hachicha M., 1989- Programme de suivi de la salure dans les périmètres irrigués. Rapport d'activité et perspectives pour 1990-1992, rapport multigr., 8pp., Sept., 89.
- Job J.O., Hachicha M., 1989- Logiciels de base de données et cartographie automatique de la salure globale des sols. Journées sur l'informatique appliquée à l'étude des sols salés, 28 juin-6 juillet, Direction des Sols, Tunis.
- Job J.O., Ben Hassine H., 1990- Suivi de la salure dans les périmètres de Essaafet et Zelba I. (rapport provisoire)
- Job J.O., Hachicha M., Loyer J.Y., 1990- La conductivimétrie électromagnétique , mode d'emploi , Direction des Sols, Tunis.

Job J.O., Maraï M., 1990- Etude de la salinité des sols de l'Oasis d' El Guettar. Direction des Sols/ORSTOM ,(sous presse).

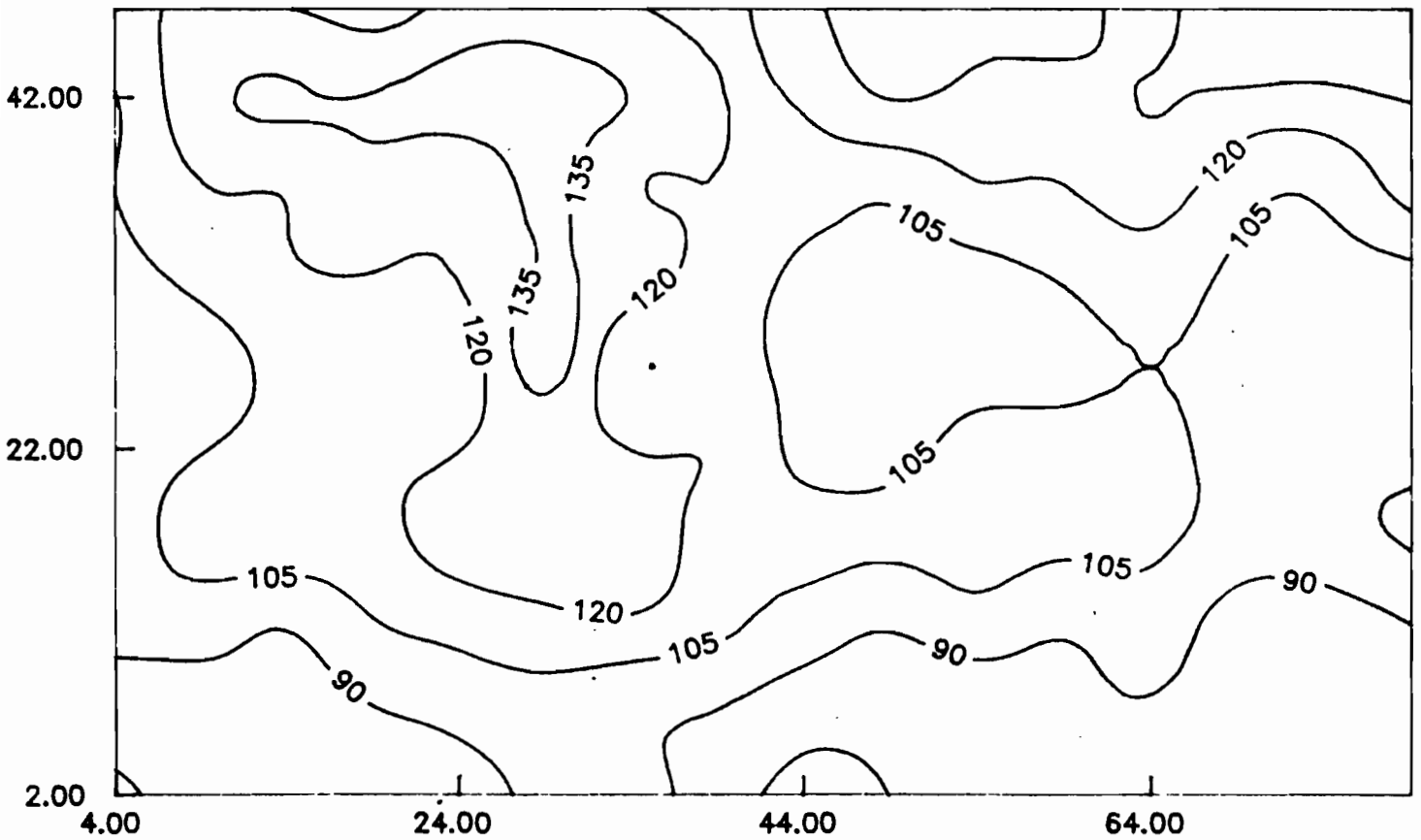
Job J.O., Mohdi M., Hachicha M., 1989- Suivi de l'évolution des terres dans le périmètre de Sidi-Saad (Kairouannais). Premiers résultats de mesure électromagnétique. Direction des Sols/ORSTOM, pub., n° E-S 255, 10 pp.

A3- QUELQUES EXEMPLES DE CARTES

CARTE N°1

Zama Bou Salem : parcelle ZA (2,4 ha): dimensions 110 x 260 m.
On voit un gradient de salinité décroissant du Sud vers le Nord
(sens des Y croissants).

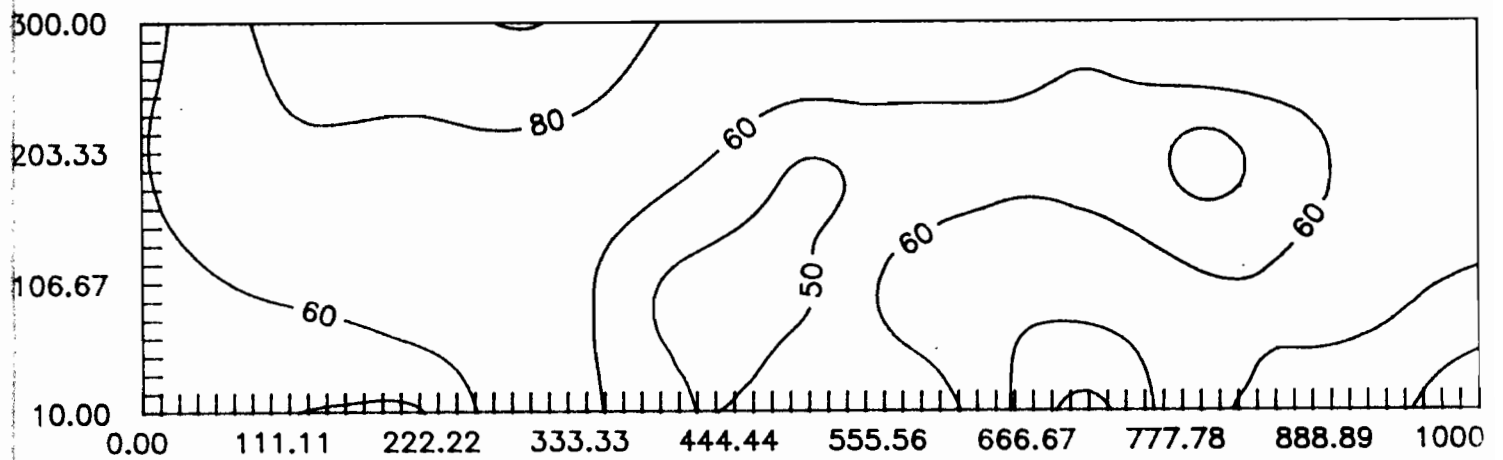
Zama Bouzid Mars 1989



CARTE N° 2

Oasis de Gafsa-Lellat: Parcelle de 70 ha dont 30 ont été cartographiés. Le Nord est situé dans le sens des Y décroissants. Gradient croissant de la salure vers le Sud-Ouest. (mS/m soit à peu près dix fois moins en mS/cm d'extrait saturé).

Gafsa Lellat (grande parcelle) Fev 90 (CEH brut)



CARTE N° 3

Perimètre de Zelba I (Mahdia). Mesures sur 3 ha constitués d'une mosaïque de cultures différentes. Il n'y a pas de gradient de salure significatif au niveau du périmètre. Le tracé de la carte fait apparaître la nécessité de sélectionner les parcelles irriguées de la même manière.

Perimetre de Zelba I Juillet 1989

