

Ministère de l'Agriculture  
Direction des sols  
1001-Tunis

Centre ORSTOM  
7 Rue Teimour  
1004- Tunis

PERIMETRES IRRIGUES DE ESSAAFET, ZELBA-I

( GOUVERNORAT DE MAHDIA )

ETUDE DE LA SALINITE GLOBALE PAR CONDUCTIVIMETRIE  
ELECTROMAGNETIQUE

(document provisoire)

JOB J.O., BEN HASSINE H., °°

Tunis, le 10 Mai 1990.

° Pédologue ORSTOM.  
°° Chef de l'arrondissement des sols de Mahdia.

1

07 FEV. 1991

ORSTOM Fonds Documentaire  
N° : 31.298 .ex1  
Cote : B M

129

# PERIMETRES IRRIGUES DE ESSAAFET, ZELBA-I

( GOUVERNORAT DE MAHDIA )

## ETUDE DE LA SALINITE GLOBALE PAR CONDUCTIVIMETRIE

### ELECTROMAGNETIQUE

#### 1-INTRODUCTION

Cette étude fait partie du programme de suivi de l'évolution de la salinité dans les périmètres irrigués par mesure de la conductivité électromagnétique. Ce programme comporte actuellement douze périmètres répartis en Tunisie dans diverses zones climatiques. Dans la plupart des périmètres suivis, une cartographie de l'état initial de la salinité a été dressée et une ou plusieurs parcelles représentatives ont été choisies après une étude pédologique appropriée. Ce sont les résultats principaux obtenus dans la région de Mahdia depuis 1988 qui sont présentés ici. Les parcelles représentatives des sols salés de la région ont été choisies dans le périmètre de ZELBA-I et depuis 1989 dans les périmètres de ZELBA-II et ESSAAFET.

#### 2-METHODOLOGIE EMPLOYEE

La méthode de prospection électromagnétique a été décrite par ailleurs en détail (Job et al., 1990). Le lecteur s'y reportera pour plus de précisions. Rappelons que l'on obtient à chaque point de mesure une salinité globale apparente du sol que l'on transforme en conductivité électrique moyenne de l'extrait saturé entre 0 et 120 cm. L'intérêt de la méthode est de pouvoir faire un grand nombre de mesures et donc de pouvoir étudier la distribution spatiale des sels et suivre leur évolution dans le temps avec plus de précision que les méthodes par prélèvement d'échantillon.

### 3-LOCALISATION ET CARACTERISTIQUES SUCCINTES DES SOLS

La localisation des périmètres est indiquée fig.I. Dans la région de Mahdia, La plus grande partie des surfaces est occupée par des sols bruns isohumiques et des sols calcimagnésiques.

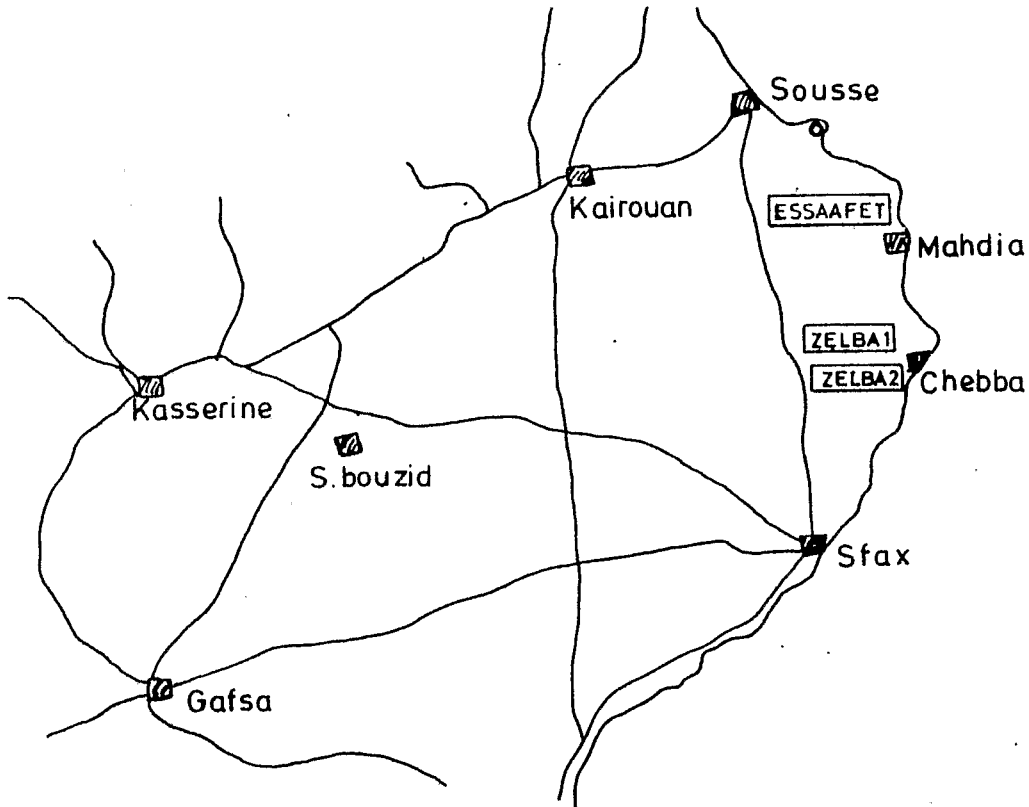


Fig.1- Localisation des périmètres étudiés.

Il existe quelques zones de sols hydromorphes à redistribution du calcaire et des sols peu évolués d'apport au voisinage des oueds.

La situation agropédologique des périmètres que nous suivons se caractérise par une grande diversité de sols à l'échelle choisie (dix millièmes) et une très grande variabilité dans la gestion de l'eau dans chaque parcelle.

Il s'en suit que chaque périmètre constitue un milieu bien particulier et qu'une étude globale n'est possible que par extrapolation de résultats obtenus sur des parcelles représentatives. Nous avons donc choisi une parcelle représentative à Essaaf et une à Zelba I. Le périmètre de Zelba II fait l'objet d'une étude séparée (Thomazer Ben Salem, à paraître), celui de Zelba III n'étant pas encore mis en eau nous n'y avons fait qu'une étude globale, pour caractériser l'état initial avant mise en irrigation.

### 3-PETIT PERIMETRE DE ESSAAFET

#### 31-Introduction

C'est un petit périmètre situé à 10 km à l'Ouest de Mahdia à l'aval d'un glacis encroûté, en bordure de l'Oued Chiba.

Il est composé de sols bruns calcaires tirsifiés à hydromorphie de profondeur formés au dépend d'un matériau d'origine marine où alternent des strates de sable et d'argile peu épaisses garnies de poutres de grès. (voir description d'un profil représentatif en annexe).

La topographie est en très légère pente vers l'Est. Une cuvette, cultivée en milieu de périmètre provoque des ruissellements d'hiver. De plus, une nappe perchée, due à un horizon argileux rend le sol boueux pendant plusieurs mois d'hiver. Ce défaut de drainage dans les parties basses du périmètre fait craindre des accumulations de sels.

Une vingtaine d'hectares sont irrigués depuis 1982 à partir d'un puits artésien. Un forage récemment creusé doit permettre la mise en culture de soixante hectares supplémentaires.

Les sols ont occupés par des oliviers avec cultures intercalaires.

#### 32-plan de situation de la parcelle:

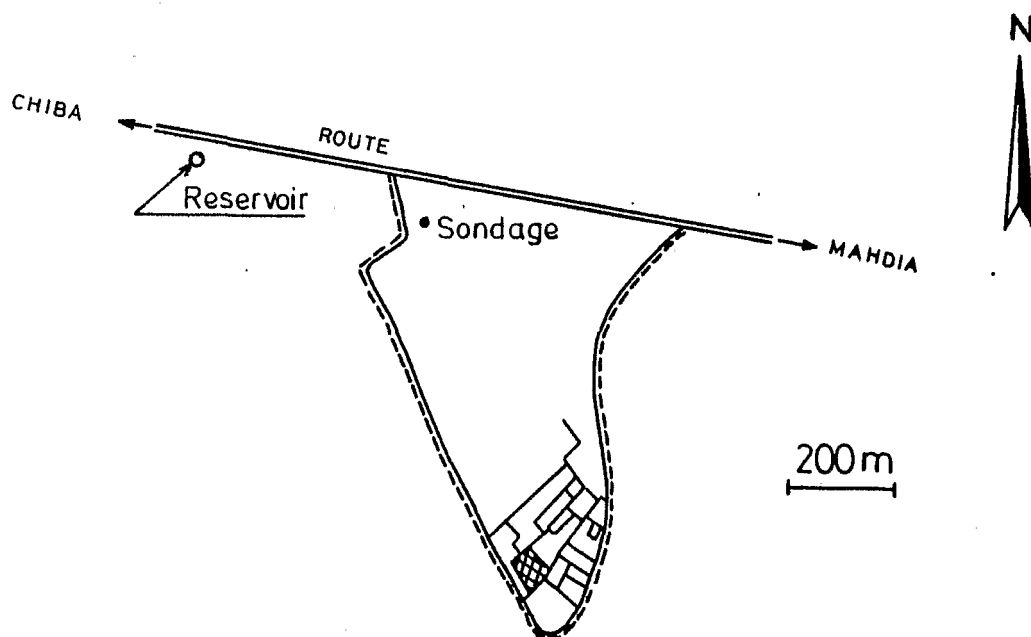
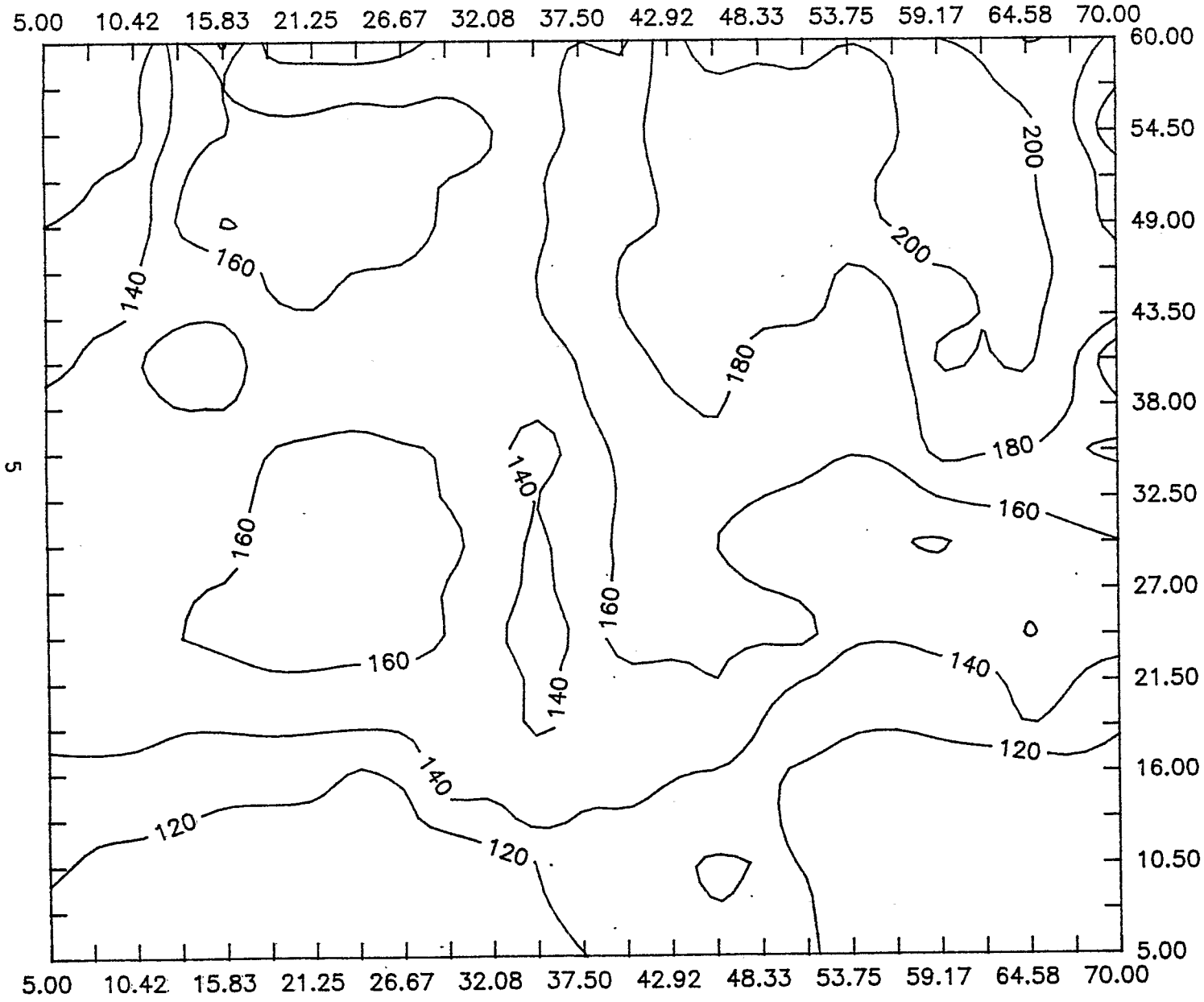


Fig.2- Plan de situation de la parcelle

Deux cartes ont été faites avec 129 mesures en juin 89 et 129 mesures en février 90 (Fig.3 et Fig.4).

Fig.3- Périmètre de Essaafet : Carte des isovaleurs de CEH(15) en juillet 1989



# Essaafet Fevrier 1990

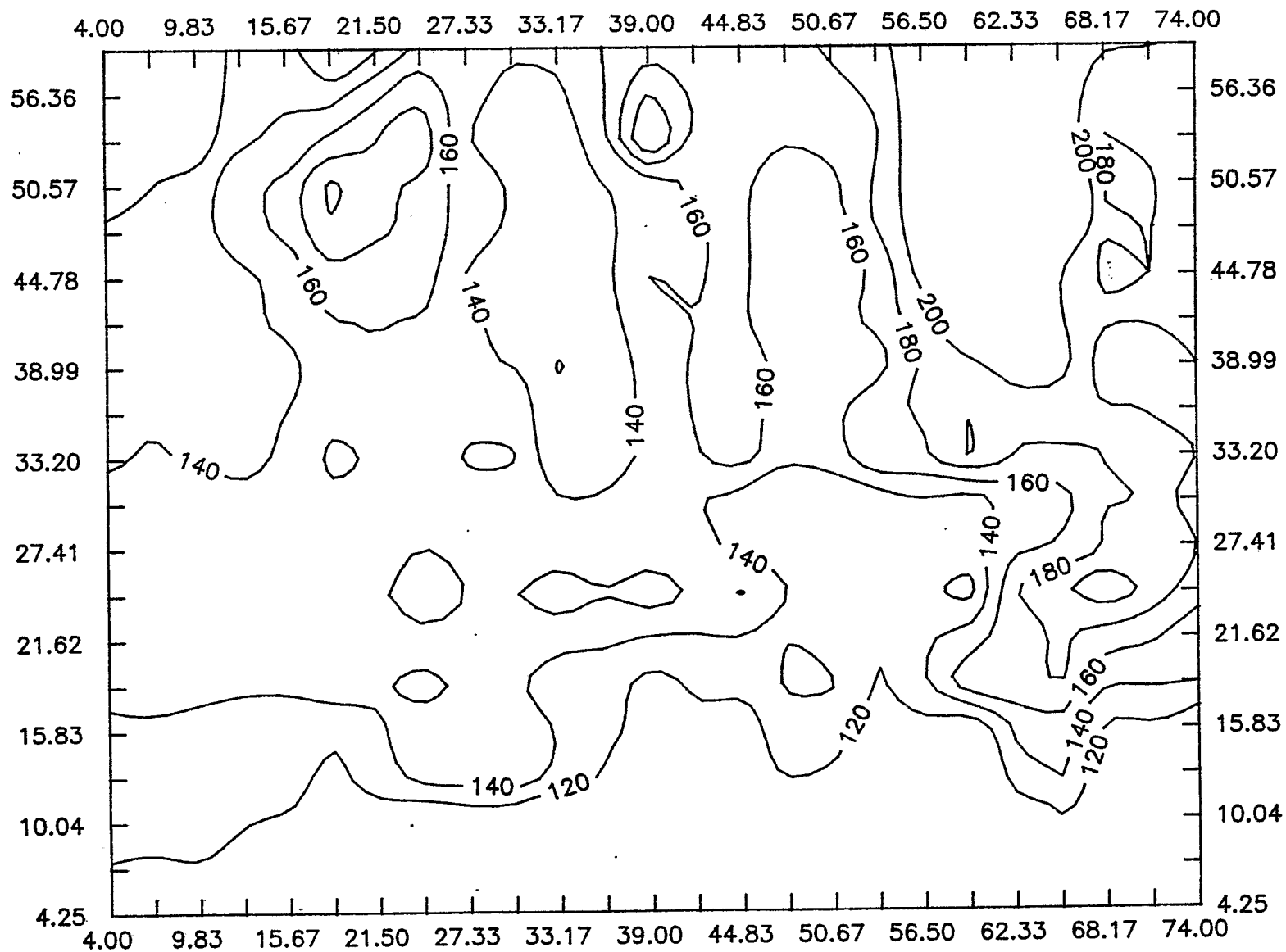


Fig. 4 - Périmètre de Essaafet : Carte des isovaleurs de CHH(15) en février 1990

### 331-Equation d'étalonnage

L'équation suivante a été obtenue sur huit points d'humidité comprise entre 11 et 19 ( en juillet 89) et de salinité comprise entre 0,3 et 0,9 mS/cm d'extrait au dixième. Nous n'avons pas de relation entre Cesat et Cedix.

$$CEdix = 0,0046 * CEH + 0,047 \quad n=8 \quad r=0,840 \quad \text{pour } \theta_m=15$$

### 332-Campagnes de mesures de conductivité électromagnétique

Les tableaux 1 et 2 contiennent les valeurs moyennes des paramètres mesurés, c'est à dire:

- la maille des mesures en mètres: Le choix d'un maillage régulier n'est pas anodin, il suppose une homogénéité des des profils hydriques qui n'existe pas en été.
- $\theta_m$  et  $d\theta$ : l'humidité pondérale moyenne et les valeurs extrêmes observées.
- CEVm et CEHm: moyenne des n valeurs des mesures en mode vertical et horizontal à l'humidité moyenne  $\theta_m$ .
- Rap: valeur de CEV/CEH à l'humidité  $\theta_m$ . Ce rapport est caractéristique d'un profil salin donné. Si  $Rap > 1$  le profil salin est descendant et vice-versa.
- CESat: valeur approchée de l'extrait saturé moyen de 0 à 120 cm calculée par les équations (1) et (2).

mesures				humidités		gestion de parcelle		ref.
date	maille	nb	taille	$\theta_m$	$d\theta$	cultures	nappé	fich
06-89	5x5	129	75 x 60	15	11-19	oliviers	>200	ES1
02-90	environ	129	" " "	26	23-28	+ intercalaires	<140	ES2

Tab.1-caractéristiques des parcelles et des mesures.

date	CEVm	CEHm	CEH(15)	Rap.	présent. resultats	var.	fich.
06-89	200	156	156	1.31	cartes - moyennes	CEH(15)	ES1
02-90	228	206	146	1.13	" " " "	" "	ES2

Tab.2-valeurs moyennes des mesures CEM

Les valeurs de CEH ont été ramenées à une humidité étalon de 15% pondéral par la formule approchée ( Job et al., 1990)0:

$$CEH(\theta_1) = CEH(\theta_2) + 5,4(\theta_1 - \theta_2)$$

### 332-Interprétation et conclusions

Il y a un léger déssalement d'hiver que l'on remarque à partir des mesures en mode horizontal. Il semblerait que les sels aient été drainés sous 120 cm. La valeur du rapport CEV/CEH indique en effet un profil constant en profondeur en 1990.

### 4-PERIMETRE DE ZELBA-I

#### 41-Situation de la parcelle

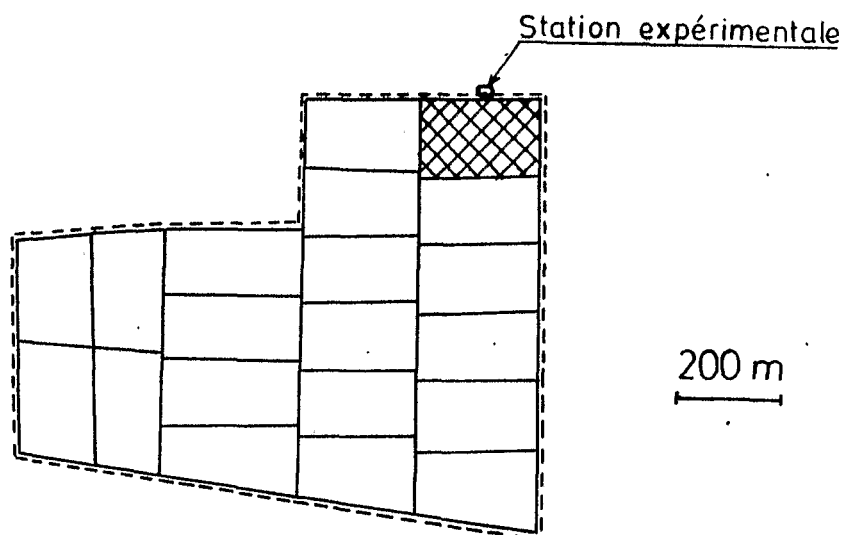


Fig.5- Situation de la parcelle Z1

Le périmètre a été étudié par ailleurs. On se reportera à Ben Hassine, 1986 pour plus de détails. Il est composé de petites parcelles d'un hectare qui sont souvent subdivisées en petits lopins comme montré Fig.6. La quantité d'eau utilisée n'étant pas la même pour chaque culture, il s'en suit qu'au moment des mesures les profils hydriques varient d'un point à l'autre.



Pour pouvoir interpréter les mesures de CEM, nous avons opéré de la manière suivante:

-en 1988 et 1989 les mesures ont été faites en été. La majorité des points de mesure avaient une humidité pondérale moyenne sur le profil de 10%. Toutes les mesures ont été ramenées à cette valeur de référence.

-en 1990 les mesures ont été prises après de fortes pluies. Les profils hydriques étaient alors homogènes. Les mesures en mode horizontal (CEH) ont été ramenées à 10% par la formule déjà citée.

#### 42-Sols et pratiques culturales

Les sols sont bruns isohumiques sur limon à nodules de calcaire. Leur texture est limono-argileuse à argilo-limoneuse. Nous avons représenté en Fig.6 les divers assolements de la parcelle Z1 au cours des trois années 1988-89-90. On remarque la complexité du parcellaire et la grande variabilité de l'occupation des sols.

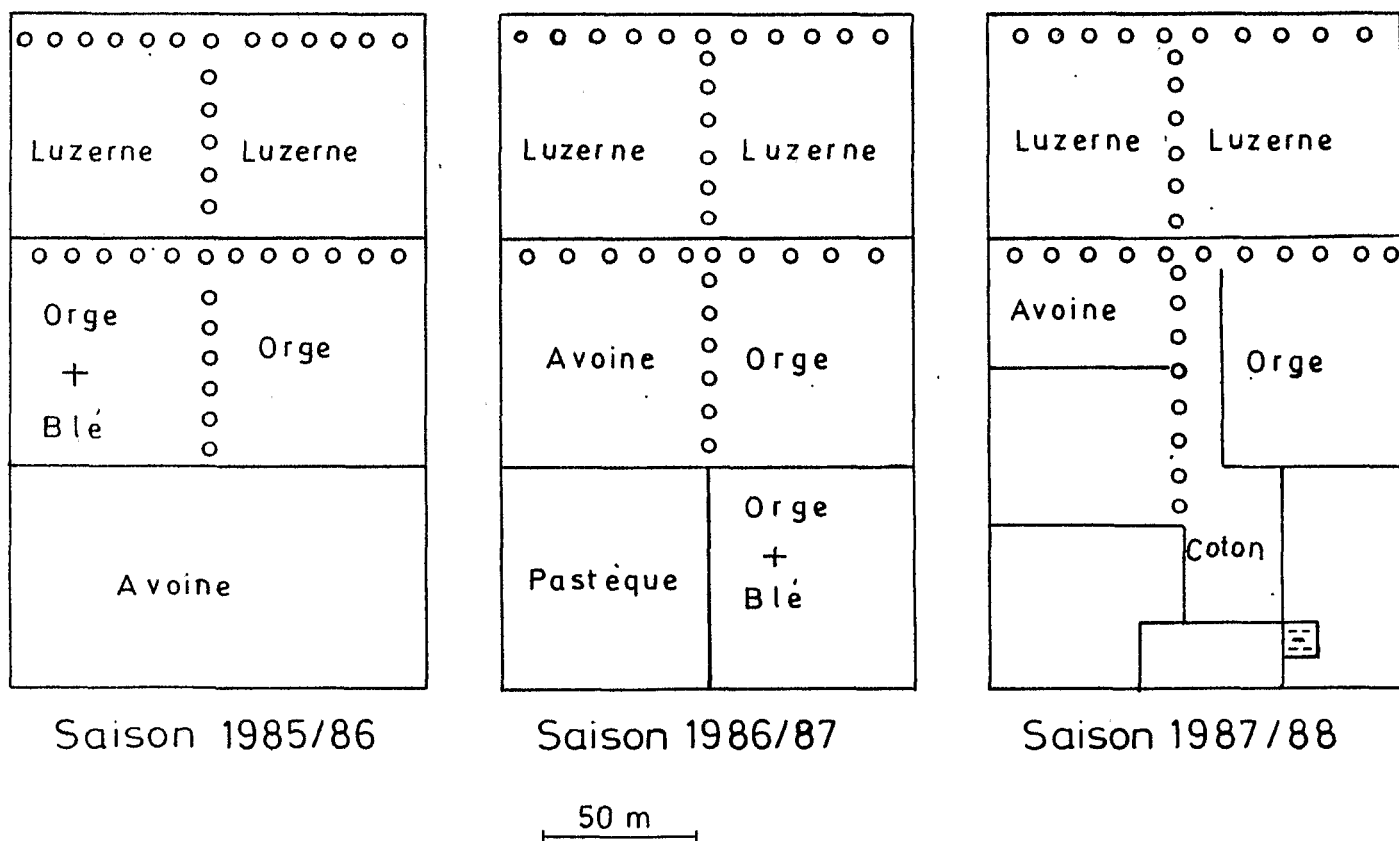


Fig.6- Assolements de la parcelle Z1.

43-Mesures

mesures				humidités		gestion de parcelle		ref.
date	maille	n	taille	$\theta_m$	$d\theta$	culture	nappe	fich.
06-88	10 x 10	286	30800 m	10	9-16	mosaïque de cultures diverses	non	Z11
07-89	10 x 10	326	" "	10	-		"	Z12
02-90	10 x 10	350	" "	13	12-14		"	Z13

Tab.3-Caractéristiques des parcelles et des mesures.

date	CEVm	CEHm	CEH(10)	Rap.	isovaleurs CEH(10)	CEsat	fich.
06-88	70	54	54	1,4	30-40-50-60	3,5	Z11
07-89	m	42	42	m	40-50-60	2,5	Z12
02-90	62	54	46	1,17	30-40-50	2,8	Z13
unité	mS/m				mS/m	dS/m	

Tab.4-Valeurs moyennes des salures apparentes globales.

Pour que l'interprétation des valeurs de conductivité électromagnétique soit plus aisée, nous avons fait plusieurs corrélations entre les valeurs en mode horizontal (CEH) et celles de la conductivité d'extraits divers. Les résultats sont les suivants:

$$CED_{dix} = 0,0053 * CEH(15) - 0,0068 \quad r=0,927 \quad n=16 \quad (1)$$

$$CE_{sat} = 16,16 * CED_{dix} - 0,95 \quad r=0,872 \quad n=45 \quad (2)$$

45-conclusions et perspectives

La valeur de la salure globale apparente des 120 premiers cm, mesurée par CEH, ne varie pas notablement d'une année à l'autre. Nous préconisons donc de ne faire qu'une seule série de mesures par an, de préférence après une grosse pluie d'hiver pour bénéficier de profils hydriques homogènes.

La représentation cartographique de la salure (Fig.7) montre qu'il y avait une tendance spatiale en 88 et qu'elle tend à disparaître les deux années suivantes. La partie Est reste toujours la moins salée. Les lignes d'isovaleurs de salure (isohales), exprimées en dS/m d'extrait saturé sont très peu différentes d'une année à l'autre.

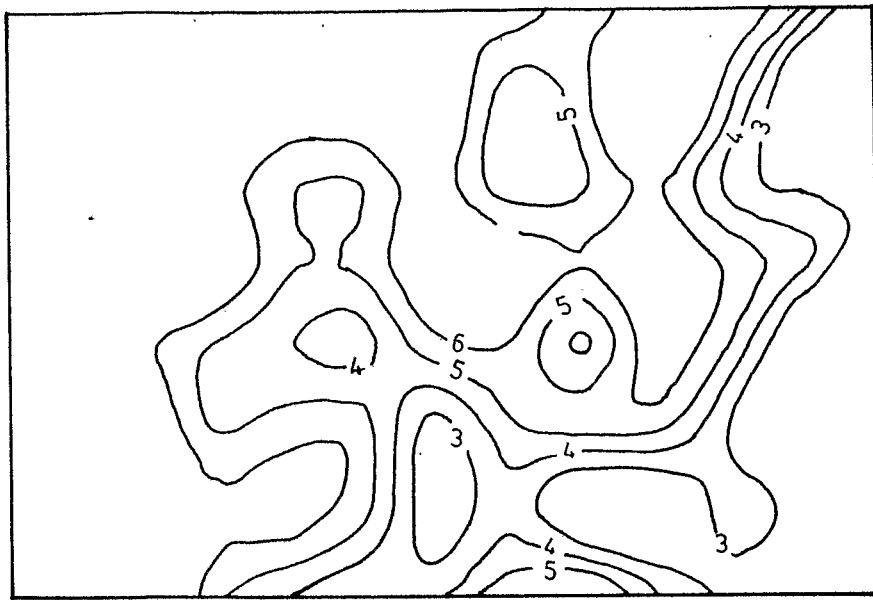


Fig.7a-Zelba I  
isohales 06/88  
(CEsat dS/m)

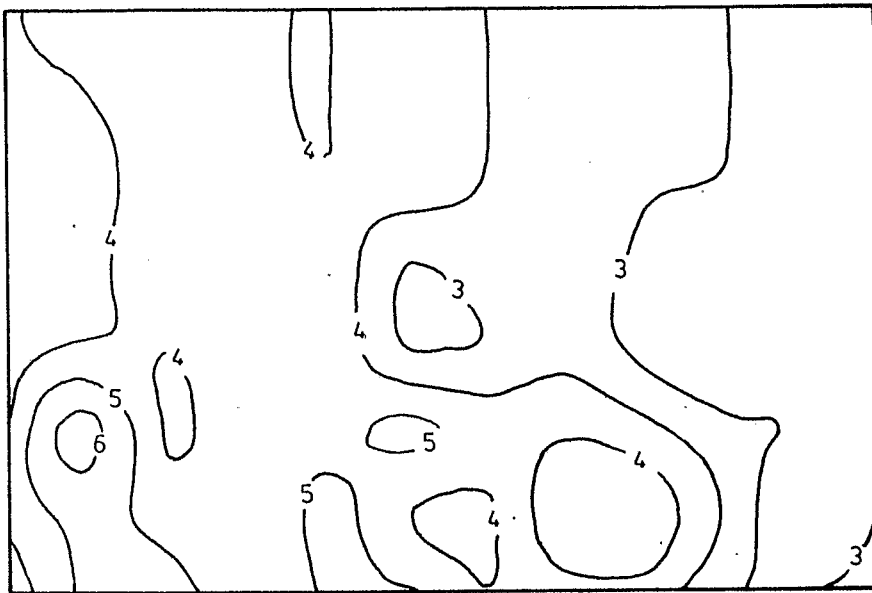


Fig.7b-Zelba I  
isohales 07/89  
(CEsat dS/m)



Fig.7c-Zelba I  
isohales 02/90  
(CEsat dS/m)

description d'un profil caractéristique à Essaafet:

localisation: Essaafet, surface en légère cuvette, matériau alluvionnaire recouvrant une formation marine d'âge probablement pliocène, abondantes poupées gréseuses et coquilles de cardium.

végétation: Oliveraie assez agée, état végétatif médiocre.

description:

0-25: sec, brun-gris, meuble. Structure polyédrique émoussée de taille fine assez fragile. Effervescence très faible. Texture limono-argileuse. Quelques racines fines, limite régulière, transition nette.

25-45: sec, brun, assez meuble et fragile. Structure polyédrique émoussée de taille moyenne à fine. Faible effervescence, matière organique humifère, nombreuses racines, texture limono-argileuse, limite régulière, transition nette.

45-75: Frais, bruns gris foncé, peu friable, structure prismatique de taille moyenne, effervescence assez faible, texture limono-argileuse à argilo-limoneuse. Matière organique humifiée, peu de racines, quelques micro-cristaux de gypse. Limite régulière, transition graduelle.

75-105: Frais brun-gris foncé, friable. Structure polyédrique anguleuse fine. Texture limono-argileuse, vive effervescence, racines rares. Pseudomycellium calcaire et fins micro-cristaux de gypse. Matière organique humifiée, peu poreux. Taches jaunâtres venant du matériau sous-jacent.

105-120: Frais, brun-jaune, avec infiltrations noirâtres. Quelques nodules et amas calcaires, rares micro-cristaux de gypse, limite régulière, transition graduelle vers:

120-160: frais, humide à la base, brun-jaune, assez friable, structure polyédrique anguleuse fine. Texture limono-argileuse à argileuse. Nodules et amas calcaires, très vive effervescence. Pas de racines, nombreuses taches rouilles d'oxydo-réduction, rares micro-cristaux de gypse.

annexe-2 Analyses chimiques d'un profil à Essaafet.

n° D44n	CaCO3	Ar%	L %	Lg%	Sf%	Sg%	Ca	Mg	Na	K	T	Na/T
0-25	0,4	25	17	7	35	11	1	0,4	3,3	1,3	6	55
25-45	0,4	30	15	7	33	11	3,5	2,4	5,5	1,1	11	48
45-75	0,8	39	13	5	30	9	5,2	1,4	5,9	0,6	12	42
75-105	2,0	41	13	5	27	9	5,1	1,0	5,3	0,6	12	44
105-120	13,0	32	20	4	28	10	6,8	1,4	3,7	0,5	12	29
120-160	11,8	20	10	11	45	15	3,8	0,9	1,9	0,4	7	27

Tab.3- Complexe absorbant et mobilisation du calcium.

Ca	Mg	K	Na	Cl	SO4	HCO3	SAR	pH	CEs	Sat%	n° D44n
6,4	6,6	0,4	52	9	48	6,0	6	8.6	4.3	48	0-25
5,8	5,2	0,2	53	33	25	4.4	7	8.5	5.3	52	25-45
19,2	14,8	0,1	88	72	53	3.4	4	8.2	9.8	62	45-75
30,4	15,0	0,1	97	101	39	2.8	3	8.0	12.3	56	75-105
23,8	8,6	0,03	70	73	27	1.6	3	8.1	9.1	54	105-120
38,6	17,4	0,12	80	88	47	1.6	2	8.2	11.2	35	120-160

Tab.4-Essaafet: Analyse chimique de la solution du sol.

La différenciation physico-chimique des profils n'est pas évidente dans les analyses, mais on note une augmentation de la salinité dans les horizons profonds.

bibliographie

BEN HASSINE H., 1986- Caractéristiques des sols de la région de Mahdia, 1 carte, 6 pages.