

**B**

# Bulletin Technique de l'I.R.A

**T**

## النشرة الفنية لمعهد المناطق القاحلة

**I**

UTILISATION DES EAUX DE RUISSELLEMENT  
DANS LE SUD TUNISIEN .

**R**

RESULTATS POUR LA CULTURE CERELIERE :  
APPROCHE EN MILIEU REEL DE PRODUCTION

**A**

Par :

HUYNH VAN NHAN.

Agronome à l'O.R.S.T.O.M.

N°2 / 1982

Deuxième

Année.

INSTITUT DES RÉGIONS ARIDES - MEDENINE - TUNISIE.

**BULLETIN TECHNIQUE  
DE  
L'INSTITUT DES REGIONS ARIDES**

Publié par l'Institut des Régions Arides, Médenine

**COMITE DE LECTURE**

Président : M. S. Hadje

**Sciences économiques  
et humaines**

- T. Bouhaouache
- A. Hadji
- S. Mejri

**Sciences végétales**

- D. Aïssa
- J. Sassi

**Vulgarisation et  
développement**

- A. Abaab
- M. Lamary

**Sciences animales**

- T. Dahman
- M. S. Hadje
- M. Ismaïl

**Sciences du milieu**

- F. Charfeddine
- H. Khateli

**Statistique et analyse  
des données**

- M. Gharbi
- A. Hamrouni

**Secrétariat**

Secrétaire de publication : A. Kharchany

Secrétaires de rédaction : M. Bouznif et S. Fadli

Abonnement : écrire à I'I.R.A - El Fjé 4119 - Médenine, Tunisie.

REPUBLIQUE TUNISIENNE  
MINISTERE DE L'AGRICULTURE  
INSTITUT DES REGIONS ARIDES

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
ET TECHNIQUE OUTRE-MER  
MISSION EN TUNISIE

**UTILISATION DES EAUX DE RUISSELLEMENT  
DANS LE SUD TUNISIEN.**

**RESULTATS POUR LA CULTURE CEREALEIERE :**

**APPROCHE EN MILIEU REEL DE PRODUCTION**

Par :

HUYNH VAN NHAN.

Agronome à l'O.R.S.T.O.M.

Ce travail a été effectué dans le cadre de l'action 3  
"suivi agro-économique des unités de production dans  
la région de séguî" du projet de recherche sur la lut-  
te contre l'aridité et la sécheresse  
(Projet DGRST/ORSTOM/IRA).  
Le contrôle technique de cette action a été assuré par  
l'ORSTOM.

## 1. INTRODUCTION

### 1.1 L'ACTION AGRONOMIE DU PROJET "SEGUI"

Le projet "SEGUI", concernant de vastes zones de glacis du Sud tunisien situées au Nord et au Sud du Chott el Fedjej et dont l'intérêt a été signalé par ROEDERER P., a vu le début de sa naissance avec la réunion des journées MAB-EMASAR en avril 1975 à Sfax, en particulier à Bou Ghrara où le comité MAB France a présenté le Programme ARIDMED. Ce programme a pour ambition des aptitudes à la généralisation concernant l'ensemble des zones arides de la Tunisie et, sur le plan méthodologique, à une partie des zones arides de l'aire isoclimatique méditerranéenne au Nord du Sahara. Il fut caractérisé par une approche pluridisciplinaire et pluriorganisme. Il prenait comme zone test celle de Zougrata (80 000 ha) du gouvernorat de Gabès où un certain nombre d'acquis phytoécologiques et pédologiques étaient disponibles.

Sept actions de recherches ont été explicitées, en particulier "l'action SEGUI" concernant les ressources en terres, en eaux et potentialités agricoles. Une mission d'identification de projet a été effectuée par la DGRST dans le cadre du comité lutte contre l'aridité en milieu tropical avec MM. POISSONNET J., RIOUX J.A., SIMON B. en février 1977. En accord avec les autorités compétentes tunisiennes trois actions ont été retenues pour recevoir une aide d'incitation à la recherche afin d'aboutir à des résultats appliqués.

"L'action SEGUI" concernant l'Agronomie a été confiée à l'ORSTOM qui y a affecté un agronome devant travailler en convention avec l'IRA-Médénine.

Le terme action utilisé ici a le sens de projet de recherches.

Ce présent rapport concerne l'action Agronomie du projet "SEGUI". Elle vise l'utilisation optimale des disponibilités en eau provenant de la pluie et du ruissellement dans les zones de Segui ou encore dans les zones de glacis de piedmont pouvant recevoir un apport d'eau supplémentaire. Il est hors de la compétence de l'agronome de s'occuper d'aménagement hydrauliques même s'il en fixe les objectifs.

Le projet "SEGUI", rappelons le, concerne de vastes zones de glacis du Sud tunisien dont la mise en valeur nécessite une étude-recherche intégrée mettant en jeu plusieurs disciplines scientifiques.

## 1.2 LES OBJECTIFS DE RECHERCHES ET LA DEMARCHE SUIVIE

Le problème posé est apparemment simple. De vastes zones de glacis reçoivent par ruissellement de l'eau supplémentaire provenant des zones de piedmont, soit en nappe, soit amenée canalisée dans des petits oueds dont les lits sont plus ou moins encaissés et dont les eaux en période de crue sont détournées par des aménagements de petite hydraulique.

Ces zones sont traditionnellement mises en culture de céréales dont la production, de niveau toujours faible, de l'ordre de quelques quintaux à l'hectare, dépend de la pluviométrie de l'année. La question posée à l'agronome est alors : comment capter l'eau et comment cultiver.

Or cette approche de la question est trop simplificatrice. En effet il n'y a pas de choix techniques définitivement supérieurs aux autres, parce que la pratique technique est adaptée à un contexte socio-économique donné et que c'est dans ce contexte qu'il faut chercher l'optimum.

Capter les eaux de ruissellement suppose qu'elles existent, ce qui pose !

double problème du maintien d'un ruissellement donc d'une certaine érosion et de l'aménagement de ce ruissellement. Les conséquences pour le travail de l'agronome sont donc d'une part la connaissance des grandes catégories de situations agricoles afin de concilier les choix techniques, les contraintes au niveau de l'exploitation agricole ou de la famille et les conditions naturelles, en particulier le problème de l'eau là où il existe une compétition serrée entre l'évaporation et l'utilisation par les plantes. L'agronome doit donc disposer d'une typologie des exploitations d'une région, qu'il croisera avec une typologie des situations de parcelles selon leur régime hydrique (zone de départ et d'arrivée d'eau, zone de passage, zone sans apport autre que la pluie, nuances apportées par la texture du sol et par le débit des apports selon l'importance des pluies...).

D'autre part il doit mener en parallèle l'étude expérimentale de différentes techniques culturales et de leurs effets sur le milieu et sur les cultures, et le suivre par voie d'enquête de parcelles en milieu réel de la pratique agricole. Dans un premier temps, ces parcelles correspondent aux techniques locales puis progressivement il y aura des parcelles transformées correspondant aux améliorations techniques possibles.

Au niveau de la parcelle cultivée, le problème n'est pas simplement d'apporter de l'eau mais en réalité d'accroître la production par unité de surface donc de rechercher tous les facteurs limitants dans l'élaboration du rendement. Le contrôle du milieu doit par ailleurs être effectué avec beaucoup de finesse afin de permettre les interprétations des faits observés.

### 1.3 METHODOLOGIE

L'idée de base est le souci permanent du va et vient entre la théorie et la pratique.

Au niveau de la pratique de la recherche ce fil conducteur se traduit par les relations existant entre expérimentation et enquêtes agronomiques. L'enquête se soumet aux réalités de la pratique agricole. Elle peut mettre en jeu tout l'arsenal connu des techniques pour appréhender efficacement le monde du réel. Ainsi les unités de production agricole sont considérées comme des systèmes avec leur mécanisme d'autorégulation et de reproductibilité en équilibre avec le milieu environnant. Les systèmes de culture, la parcelle cultivée sont considérés comme des sous-systèmes s'incluant les uns, les autres. Le dénombrement des variables d'un système élémentaire et leur appréhension dépend du niveau des connaissances techniques du moment. Ainsi la parcelle cultivée en blé dur dans le Sud tunisien aride est considérée comme un sous-système de systèmes plus englobant comme le système de culture et l'unité de production.

Les variables appréhendées sont classées. Les unes relèvent du facteur physique sol et climat dont la caractérisation nécessite des connaissances acquises en de nombreuses disciplines : pédologie, hydrologie et agroclimatologie... Les techniques opératoires de caractérisation de certaines variables ne sont pas toujours codifiées et entrées dans la routine. Les autres relèvent du facteur plante où nous ne retenons que des variables très globales telles que la production de matière sèche pour la croissance, les dates de stade de développement de la plante, les composantes du rendement.

Le champ des variables caractérisant un système donné n'est pas de dimension finie. Un choix est nécessaire et il dépend du modèle théorique

adopté pour représenter le phénomène. La finesse et la qualité de leur appréhension dépendent des résultats obtenus dans les disciplines connexes : physiologie végétale, techniques de mesures, analyses statistiques... Enfin la représentation du système nous permet sa description suggérant des modèles explicatifs dont la validité peut être testée par simulation et retour sur le terrain, soit en milieu contrôlé par expérimentation soit en milieu réel de production par enquêtes orientées.

#### 1.4 LES CONDITIONS DE REALISATION DES TRAVAUX EFFECTUES DANS LE SUD TUNISIEN

C'est dans le cadre de l'Institut des Régions Arides de Médenine, créé en janvier 1978 que les travaux ont pu être réalisés de 1978 à 1980. Le choix du programme annuel a été effectué en accord avec les responsables de cet institut et en particulier le Directeur du Département de la Formation et de la Recherche. L'IRA a fourni les moyens en personnel, un adjoint technique, bureau et laboratoire; la DGRST a assuré les frais de fonctionnement : un véhicule 4L Renault, un humidimètre à neutron "SOLO 20", le salaire du personnel temporaire ainsi que les frais de terrain.

Deux missions d'appui scientifique ont pu être réalisées l'une par le Pr. SEBILLOTTE M. en Agronomie (mai 1978) et l'autre par M. FRANQUIN P. en Agroclimatologie (juin 1979).



## 2. ENQUETES EN MILIEU REEL DE PRODUCTION.

### 2.1 LE CHOIX DES ZONES D'ETUDE

Suite aux travaux effectués en hydrologie, pédologie et phytoécologie au Telmam (BOURGES J. et al, 1977) et au Km 52 sur la route Gabès-Gafsa (FLORET Ch., PONTANIER R., 1978) il a semblé judicieux de retenir comme sites d'études agronomiques la zone de la citerne Telmam située par 34°01' de lat. N. et 7°30' de longitude E et considérée comme représentatif du type "SEGUI" et la zone de Ouled Mansour par 34°16' de lat. N. et 7°03' de longitude E.

La citerne Telmam a l'avantage d'une installation ancienne d'étude de bassin versant de l'oued Zita disposant de données météorologiques depuis octobre 1972 ainsi que des travaux de recherches sur le ruissellement, le bilan hydrologique, les crues de l'oued Zita, la relation entre la production de biomasse et l'eau dans le sol (ORSTOM-DRES-CEPE/CNRS).

Ouled Mansour présente l'intérêt d'une entité géomorphologique complète avec zone de piedmont à pente forte (plus de 3%) et à empierrement plus ou moins abondant en surface, zone de glacis à pente plus faible (1 à 2%) ou presque nulle où l'empierrement a pratiquement disparu, enfin la zone d'épandage où les lits d'oued sont seulement soulignés par des amas de jujubiers. Le profil longitudinal est d'abord concave à l'amont puis peu à peu rectiligne (COQUE R., 1962).

De nombreux oueds descendent du djebel de direction N-NW vers S-SE; ils constituent des unités physiques élémentaires traditionnellement exploitées par les agriculteurs.

Au point de vue peuplement humain, c'est également une zone occupée seulement par deux tribus dont les activités principales sont l'agriculture en sec et l'élevage ovin-caprin sur parcours.

## 2.2 LE CHOIX DES UNITES D'OBSERVATIONS

Dans la perspective de développement agricole les unités d'observations sont les exploitations agricoles considérées comme systèmes complets en fonctionnement, que nous essayons de définir et dont nous essayons de cerner les variables d'état.

Les objectifs provisoirement fixés sont l'utilisation de l'eau de ruissellement en vue d'une production végétale dans le cadre de ces unités. La culture retenue est le blé ou l'orge, adoptée habituellement par les agriculteurs sur les terres de glaciais.

Dans une première phase d'enquête nous avons donc procédé au dénombrement des ménages habitant les deux zones retenues avec relevé par questions posées au chef de ménage de quelques renseignements simples : âge, nombre d'enfants, nombre de parcelles mises en culture en céréale et leur localisation topographique, nombre de tabias, existence de travail en dehors de l'exploitation agricole, nombre de têtes d'ovin et de caprin. Ces renseignements nous ont permis de choisir les unités de production en fonction du problème de la culture de céréale vis à vis des situations topographiques des parcelles cultivées de l'année. Ces unités de productions étant choisies, le suivi de toutes les parcelles cultivées en blé ou orge de l'exploitation a été retenu car leur nombre total reste dans la limite des possibilités de travail matériel de l'équipe.

L'unité d'observation est donc la parcelle cultivée en céréale.

Cette démarche engagée pour le choix des unités d'observations pendant la première campagne 1977-1978 devait être modifiée pour les campagnes suivantes pour s'adapter aux problèmes soulevés et retenus suite à l'analyse des données de la première campagne. Malheureusement la faiblesse des pluies des campagnes 1978-1979 puis 1979-1980 n'ont pas

permis un grand développement de cette opération.

## 2.3 LE MILIEU PHYSIQUE

### 23.1 Le sol.

Les études pédologiques ont été faites par PONTANIER R.. La zone étudiée s'étend de la citerne Telmam jusqu'à El Meida situé au Sud Est du Dj. TEBAGA FATNASSA et du Dj. ZEMLE EL BEIDA d'une part et la zone de piedmont et glacis d'érosion du Dj. BEN KREIR et Dj. CHEMSI (Ouled Mansour).

A la sortie du Djebel nous avons une pente plus douce partant d'un faible niveau d'altitude pour Telmam, de 75m à 40m d'altitude sur une distance de 2 à 3 km, soit une pente moyenne de 1 à 2%, alors que pour Ouled Mansour situé à 50 km vers le Nord Ouest du Telmam, nous partons d'une altitude de 150m à la sortie du Djebel pour aboutir au niveau 75m entourant le Sebkret Sidi Mansour sur une distance de 4 à 6 km, soit une pente moyenne du même ordre de 1 à 2%, passant de 3% dans la zone de piedmont à 1% dans le moyen et bas glacis proche de la zone d'épandage où la pente devient presque nulle.

Du piedmont à la zone d'épandage nous rencontrons les types de sol suivants : des colluvions caillouteuses avec sols bruts sur colluvions, sols à encroûtements gypseux (témoins d'anciens glacis), sols peu évolués alluviaux sur anciennes terrasses, sols peu évolués salés en profondeur, sols halomorphes à alcalis en certaines zones d'épandage.

Les sols rencontrés sous cultures de céréales sont essentiellement des sols isohumiques bruns subtropicaux tronqués, sur limons à nodules calcaires avec présence éventuelle d'un encroûtement calcaire ou gypseux d'âge quaternaire ancien. Ils correspondent aux sols des systèmes

écologiques issus de l'association à *Artemisia herba-alba* et *Arthrophytum sisparium* sur sols limoneux (AA2, AA1, aa) définis par FLORET, LEFLOC'H et PONTANIER (1978). Ce dernier, pédologue ORSTOM, identifie les horizons suivants du profil moyen des sols isohumiques sur limons à nodules calcaires :

- En surface une pellicule de battance généralisée de 1 à 2 mm qui se craque par endroit à la saison sèche.
- De 0 à 50cm, un horizon brun, de texture équilibrée présentant de 0 à 10 cm un ancien horizon de labour enrichi en sable par les remaniements successifs; la structure y est peu développée.
- De 50 à 110 cm un horizon brun sombre, très différent du précédent; la texture y est limono-argileuse, il présente quelques fentes en saison sèche; des pseudomycelium et des amas gypseux blancs y sont abondants. La structure est là aussi peu développée.
- Au delà de 110 cm, nous trouvons un matériau détritique à gravier et éléments gypseux, légèrement cimentée, précédant le mio-pliocène gypseux

Les caractéristiques physiques de ces sols sont en moyenne les suivantes:

HORIZON	TEXTURE	Prof. (cm)	Humidité (%) à		Densité apparente	Porosité (%)
			pF 2,7	pF 4,2		
Ancien labour	Limono-sableux	0-10	18,1	6,3	1,49	48
Superficiel	Texture équilibrée	10-50	21,0	8,1	1,50	44
Amas gypseux	Limono-argileux	50-100	24,5	8,3	1,54	40

Sur le plan chimique ces sols présentent des niveaux très bas en matière organique, de 0,3 à 0,5% en surface et de 0,2 à 0,3 en profondeur. Il en est de même pour l'azote total qui ne dépasse guère 1%. Le pH est supérieur à 8 sur tout le profil. Le caractère d'halomorphie est peu accentué, conductivité de 3 mmhos/cm en surface et 10 mmhos/cm plus en profondeur avec l'horizon limono-argileux où l'on note également un brusque accroissement du taux de gypse dû aux re-précipitations de  $\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  sous forme d'amas (PONTANIER, 1978).

Les éléments  $\text{P}_2\text{O}_5$  assimilable, 0,11 à 0,15 % et  $\text{K}_2\text{O}$  échangeable, 0,33 à 0,38% sont présents en quantité non négligeable. La capacité d'échange est de 10 à 11 méq/100g de terre.

Sur le plan hydrique, ces sols à texture limono-sableuse présentent des déficits importants à la sortie de la période estivale. Pour atteindre l'humidité correspondante à pF 4,2, considéré comme point de flétrissement à partir duquel la plante ne peut plus extraire de l'eau, dans les premiers 50cm, il faut 30 à 35mm de pluie, alors que sur sols sableux (km 52 du Zougrata, RK 3) il en faut deux fois moins. Ceci correspond à une immobilisation de 20% de la pluviométrie moyenne qui est ensuite perdue en dehors des périodes végétatives, ce qui défavorise ces types de sols sur le plan hydrique. La comparaison des régimes hydriques entre les sols limono-sableux des glacis limoneux et les sols sableux des steppes sableuses par FLORET et PONTANIER (1978) montre que l'humectation des sols limono-sableux à limono-argileux est difficile au-delà de 40 cm même en année fortement pluvieuse. Ces derniers ne peuvent donc pas constituer des réserves d'eau en profondeur, celle-ci est très vite reprise par l'évaporation, en raison d'une forte capillarité due principalement à la texture limoneuse. Ce phénomène sera illustré dans l'étude qui va suivre sur les

parcelles expérimentales du Telmam

### 23.2 Le climat

Nous disposons au Telmam d'une installation complète de météorologie sous la responsabilité des hydrologues de l'ORSTOM. Les enregistrements ont débuté en septembre 1972 et sont arrêtés en septembre 1981. Leur traitement a fait l'objet des rapports de BOURGES J. (1977), CAMUS H. (1980). Par ailleurs nous avons également des relevés ; plus simplifiés au km 52 (FLORET et al, 1978) situation climatique comparable à celle de Ouled Mansour, deuxième point de notre suivi situé à 30 km vers le N-NW du km 52.

Le tableau 23.2a des paramètres climatiques des stations de Gabès, Telmam, Km 52 nous montre le comportement plus continental des stations Telmam et km 52 par rapport à Gabès, avec des températures d'hiver plus basses de 1 à 2 degrés et des températures d'été plus élevées de 3 à 4 degrés. Les pluies arrivent sensiblement aux mêmes dates mais leur importance est variable avec les lieux. Pour l'étude des régimes hydriques nous pouvons nous servir des données de longue série de Gabès en sachant qu'il pleut de 30 à 40 mm de moins en moyenne pour Telmam et km 52.

Quant à l'étude de la température nous pouvons nous contenter de celle de Telmam qui est sensiblement la même qu'au km 52, en remarquant toutefois un caractère un peu plus continental pour km 52 par rapport au Telmam.

La figure 23.2a des températures comparées sur 4 ans nous montre qu'à partir du mois de mai la température moyenne maximum de Gabès est toujours moins forte qu'au Telmam ou au km 52. Ceci est dû à l'effet rafraîchissant de la mer en été. La température moyenne des minimum montre

Tabl. 23.2. a - Paramètres climatiques comparés des stations de Gabès, Telmam et Km 52.

Mois de l'année		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année	
1972-73	$t_x$	Gabès Telmam Km 52	28,8 (30,2) 30,8	25,0 24,6 25,0	21,9 22,1 21,4	16,5 15,6 15,9	16,0 15,5 13,9	15,8 15,6 14,5	16,8 17,4 15,9	20,8 21,7 20,4	25,1 28,4 28,5	27,3 30,8 31,3	32,0 36,8 37,8	40,4 34,2 35,7	23,8 24,4 24,3
	$t_n$	Gabès Telmam Km 52	22,3 (19,1) 18,6	16,1 12,2 13,2	11,6 10,8 7,9	7,6 5,9 4,8	7,2 4,5 3,5	7,0 4,3 4,6	9,0 5,7 5,0	12,3 9,9 7,7	17,0 15,6 12,8	21,3 19,0 18,2	23,7 23,0 19,7	20,3 22,5 20,3	14,2 12,7 11,4
	$\frac{t_x+t_n}{2}$	Gabès Telmam Km 52	25,7 (25,3) 24,7	20,5 18,4 19,2	16,7 16,5 14,6	12,0 10,2 10,3	11,6 10,0 8,7	11,4 10,0 9,5	12,9 11,5 10,4	16,5 15,8 14,0	21,1 21,8 20,6	24,3 24,9 24,7	27,8 29,9 28,7	27,1 28,3 28,0	18,9 18,6 17,8
	Pluie	Gabès Telmam Km 52	13,1 12,9 7,0	15,3 22,4 70,7	3,2 3,7 4,6	35,1 55,0 39,2	21,4 8,2 12,7	26,2 19,9 12,6	22,2 31,3 41,6	6,9 3,6 5,0	1,2 0 0	0,2 0 0	0 0 0	4,1 6,7 16,2	148,9 163,7 209,6
1973-74	$t_x$	Gabès Telmam Km 52	31,5 33,3 34,0	26,8 28,9 29,7	20,2 20,5 21,5	16,4 15,2 16,4	16,8 16,3 18,2	18,2 17,1 18,8	20,4 20,1 19,3	22,1 22,9 23,6	25,9 29,5 30,6	28,1 30,4 31,2	30,0 33,5 34,8	30,4 33,3 34,6	23,9 25,1 26,0
	$t_n$	Gabès Telmam Km 52	20,9 20,1 18,7	17,4 16,5 15,8	11,1 9,6 10,2	8,6 6,6 6,8	7,7 5,3 6,4	7,9 5,6 6,8	11,0 9,4 7,5	13,3 10,9 11,1	17,0 15,8 14,2	20,6 19,6 17,4	21,6 20,6 19,0	21,9 21,3 20,0	14,9 13,4 12,8
	$\frac{t_x+t_n}{2}$	Gabès Telmam Km 52	25,7 26,7 24,7	20,5 22,7 19,2	16,7 15,0 14,6	12,0 10,9 10,3	11,6 10,8 8,7	11,4 11,4 9,5	12,9 14,8 10,4	16,5 16,9 14,0	21,1 22,7 20,6	24,3 25,0 24,7	27,8 27,0 28,7	27,1 27,3 28,0	18,9 19,3 17,8
	Pluie	Gabès Telmam Km 52	0,3 0 0	2,7 2,5 1,6	32,3 12,9 11,8	203,5 298,9 251,9	1,1 1,9 3,5	21,8 23,8 16,5	34,6 23,7 20,2	10,1 5,1 5,0	0 0 0	5,0 2,4 3,1	0 0 2,0	0 0 0	311,4 371,2 314,6

$T_x$  = Moyenne des maximums journaliers

$T_n$  = Moyenne des minimums journaliers

$$\frac{T_x + T_n}{2} = \text{Moyenne journalière}$$

Tabl. 23.2. a - Paramètres climatiques comparés des stations de Gabès, Telmam et Km 52.

Mois de l'année		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	ANNEE	
1974-75	t <sub>x</sub>	Gabès	29,9	24,3	20,9	17,0	16,2	15,9	20,4	20,9	23,8	28,0	30,8	30,9	23,3
		Telmam	31,3	24,3	20,5	16,6	16,0	16,2	20,5	21,8	26,1	30,7	34,3	33,3	24,3
		Km 52	31,6	24,2	19,6	16,6	15,6	16,3	20,5	22,7	27,1	31,9	36,6	34,8	24,7
	t <sub>n</sub>	Gabès	21,3	15,7	9,3	7,3	7,0	8,6	8,8	13,2	17,2	20,0	22,3	23,3	14,5
		Telmam	19,4	13,0	6,8	4,9	5,0	6,8	7,7	11,7	16,9	18,2	21,2	21,8	12,7
		Km 52	18,6	12,2	5,8	4,1	3,9	5,5	6,6	10,4	14,2	16,1	20,1	21,0	11,5
	$\frac{t_x + t_n}{2}$	Gabès	25,6	20,0	15,1	12,2	11,7	12,3	14,6	16,8	20,5	24,0	26,5	27,1	18,9
		Telmam	25,4	18,6	13,7	10,7	11,0	11,5	14,1	16,8	21,0	24,5	27,7	27,6	18,5
		Km 52	25,1	18,2	12,7	10,3	9,7	10,9	13,5	16,5	20,6	24,0	27,9	27,9	18,1
	Pluie	Gabès	72,4	39,0	1,5	2,1	17,1	59,8	71,2	15,5	6,8	0	0	0	285,4
		Telmam	28,9	16,6	2,1	0	3,5	32,2	46,3	12,4	5,0	12,3	0	0	161,0
		Km 52	31,3	27,9	9,6	9,1	3,3	22,3	54,5	8,2	3,5	13,0	3,0	0	185,7
1975-76	t <sub>x</sub>	Gabès	29,2	25,3	19,9	18,8	15,0	16,3	17,3	20,3	23,3	26,7	30,1	71,3	22,8
		Telmam	30,7	25,9	20,2	17,7	14,5	16,3	17,5	21,5	25,7	30,4	32,8	33,7	23,9
		Km 52	31,7	25,8	20,0	16,7	13,8	17,1	18,9	22,7	25,1	29,3	33,7	34,0	24,0
	t <sub>n</sub>	Gabès	22,8	17,0	11,8	10,1	7,1	7,8	9,5	12,4	17,2	20,1	23,1	23,6	15,2
		Telmam	20,9	15,4	8,8	7,4	4,5	5,7	7,7	11,0	15,4	18,4	21,8	21,2	13,2
		Km 52	20,1	13,5	8,2	5,9	4,1	7,0	8,5	10,5	14,4	17,3	20,2	19,2	12,4
	$\frac{t_x + t_n}{2}$	Gabès	26,0	21,2	15,7	13,4	11,1	12,4	13,4	16,2	20,3	23,4	26,6	27,4	18,9
		Telmam	25,8	20,7	14,5	12,6	9,5	11,2	12,6	16,3	20,5	24,5	27,4	27,5	18,6
		Km 52	25,9	19,6	14,1	11,3	8,9	12,0	13,7	16,6	19,7	23,4	26,9	26,6	18,2
	Pluie	Gabès	72,8	99,0	10,4	59,1	120,7	78,4	59,6	0,4	25,1	6,8	0	1,3	533,6
		Telmam	14,0	20,7	19,2	7,1	133,5	73,2	53,5	0	20,9	2,4	0	0	344,5
		Km 52	31,2	8,0	22,2	16,5	66,7	57,1	56,7	0	31,3	5,5	0	0	295,4



Tabl. 23.2.b. - Quelques caractéristiques climatiques de la station du Telmam : Période 1972-80

Mois de l'année		Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Fev.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Année Sep.M.	Année
Pluie (mm)	Année sèche	22,7	14,0	9,8	0,6	12,7	25,0	5,7	0,0	5,7	0,0	0,0	0,0	96,2	96,2
	Année Moyenne	12,8	22,1	3,7	54,7	8,2	19,6	30,9	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	155,6	155,6
	Année pluv.	15,2	20,4	19,4	7,2	133,9	76,9	55,6	0,0	22,4	3,0	0,0	0,0	251,0	354,0
Moy. des temp. Moyenne journalier		25,3	20,5	14,5	11,6	10,5	12,5	14,2	16,8	21,3	24,7	27,5	27,8	18,4	18,9
Moy. des temp. maximum journalière		31,5	26,2	20,5	17,2	16,2	18,1	20,1	22,5	27,0	30,4	33,8	33,9	22,1	24,7
ETP (mm) (RIOU)		149,1	100,4	59,2	44,2	51,9	64,9	93,8	125,4	166,2	192,9	210,7	195,7	554,0	1454
P-ETP (mm)	Année sèche	-126,4	-86,4	-49,4	-43,6	-39,2	-39,9	-88,1	-125,4	-160,5	-192,9	-210,7	-195,7	-758,9	-1358,2
	Année moyenne	-136,3	-78,3	-55,5	-40,5	-43,7	-45,2	-62,9	-121,8	-166,2	-192,9	-210,7	-195,7	-699,5	-1298,8
	Année pluv.	-133,9	-80,0	-39,8	-37,0	-82,0	+12,0	-38,2	-125,4	-143,8	-189,9	-210,7	-195,7	-504,1	-1100,4

Année sèche : 1976 - 77 ; année moyenne : 1972-73 ; année pluvieuse : 1975-76.

Graph. 232.1 Précipitations moyennes mensuelles à Gabès et Gafsa

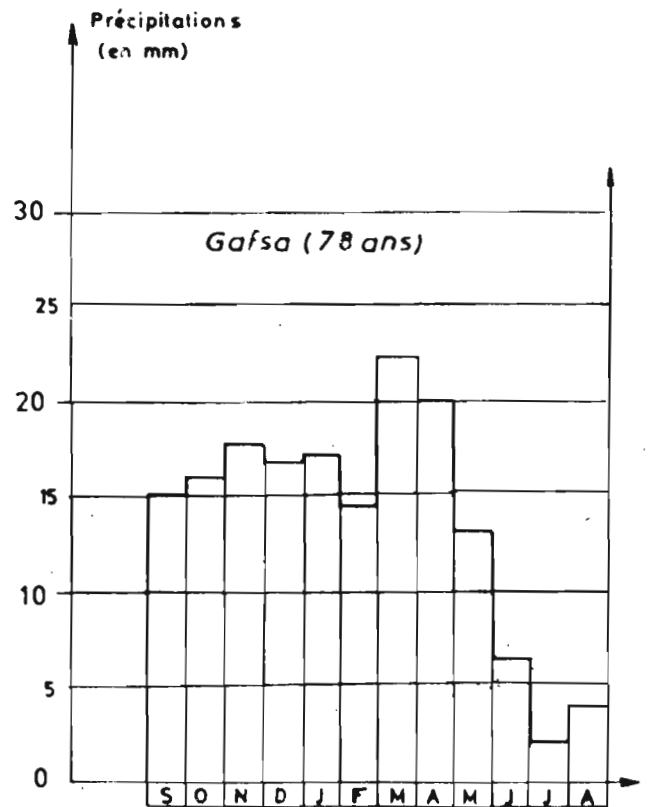
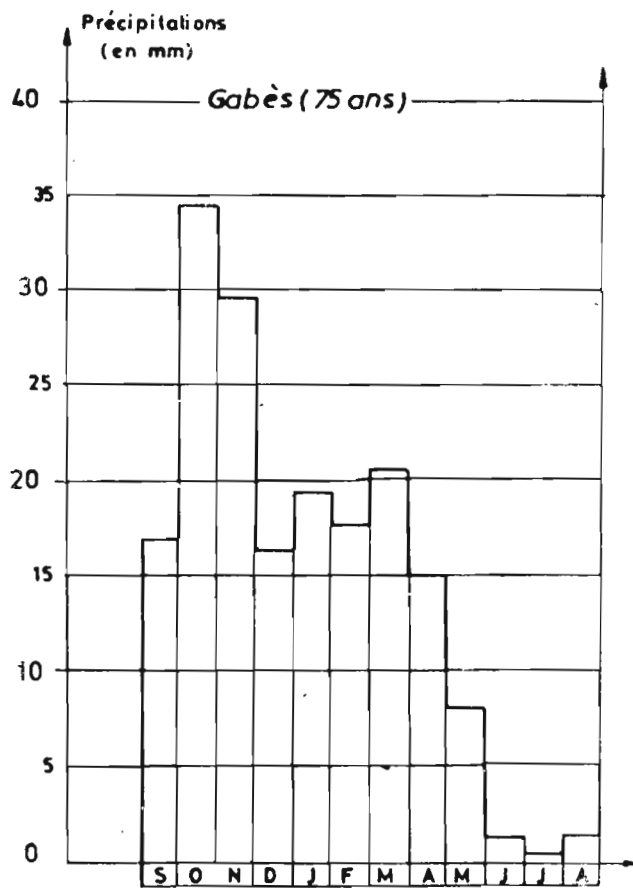
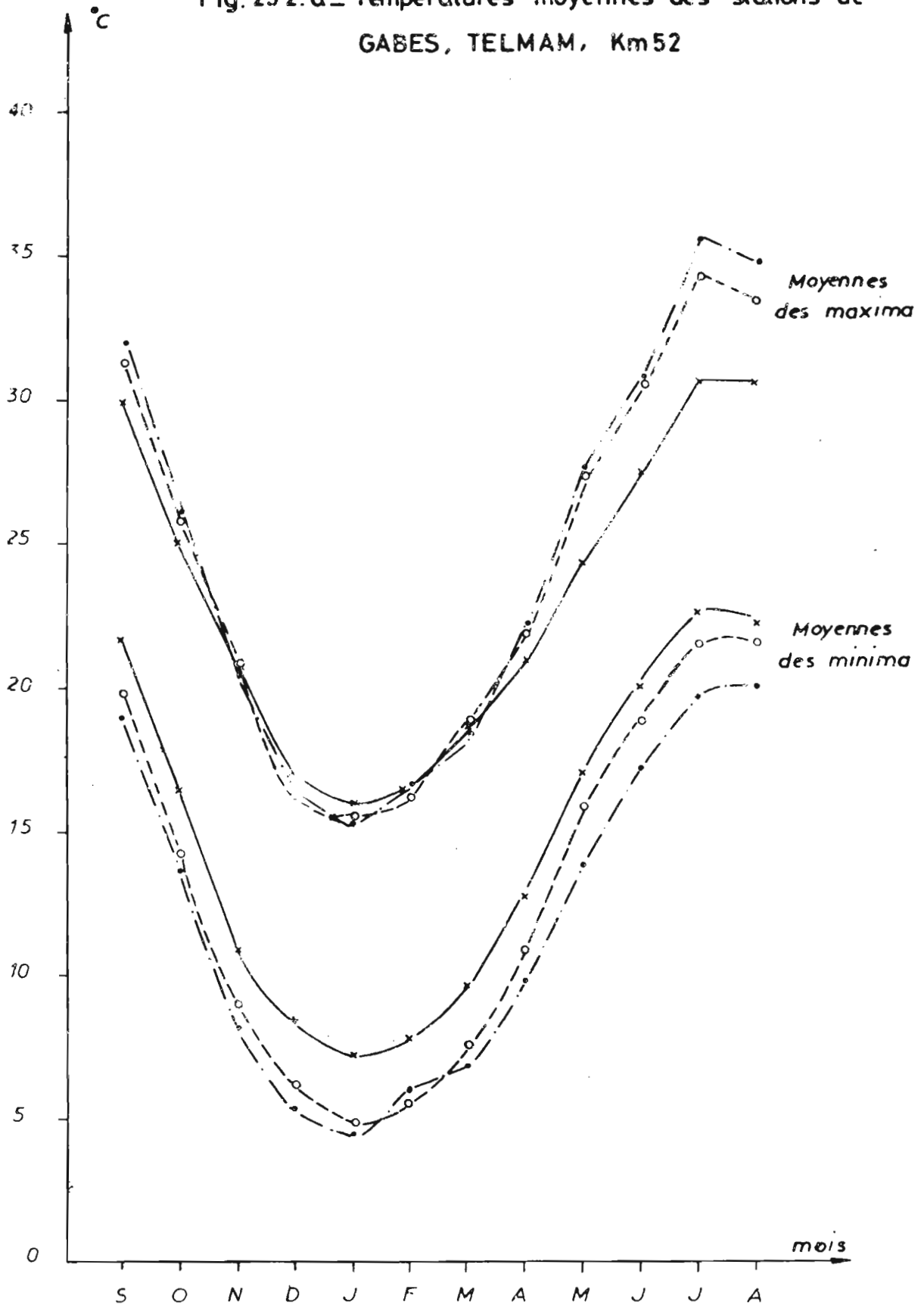


Fig. 232.a - Températures moyennes des stations de  
GABES, TELMAM, Km52



×—× Moyenne mensuelle des maxima ou minima de GABES

o---o Moyenne mensuelle des maxima ou minima de TELMAM

•-.-• Moyenne mensuelle des maxima ou minima de Km 52

qu'il y a tout au long de l'année une valeur plus forte à Gabès qu'au Telmam et au km 52; c'est l'effet temporisateur de la proximité de la mer dû à la situation maritime de Gabès.

### 232.1 Le régime pluviométrique

La zone concernée est comprise entre les isohyètes interannuelles de 150 et 170 mm. Le régime pluviométrique a été étudié par FLORET et PONTANIER (1978) sur Gabès située entre les isohyètes 170 et 190 mm. Avec une moyenne de 183 mm sur 75 ans d'observations, un minimum de 39 et un maximum de 532, un coefficient de variation de 54% et la médiane à 154 mm, le régime pluviométrique de cette station n'est pas sensiblement différent de celui de Gafsa où l'on observe sur 78 ans de relevés pluviométriques une moyenne de 163 mm, un minimum de 36, un maximum de 444, une médiane de 160 et un coefficient de variation de 44% (BOURGES J., 1977). En année humide il tombe plus d'eau à Gabès qu'à Gafsa. Il faut remarquer la grande variabilité des pluies annuelles pouvant aller de 1 à 13 pour Gabès et de 1 à 12 pour Gafsa; elle est encore plus grande quand on considère les hauteurs saisonnières où les minimums sont très faibles sinon nuls et des maximums, exception faite de l'été, pouvant dépasser les médianes des précipitations annuelles.

Tableau 232.1.a Précipitations saisonnières sur les stations de Gabès et de Gafsa. (BOURGES, 1977).

Saison	Station	Durée d'obs.	Moyenne	Médiane	Maximum	Minimum
Automne (S.O.N)	Gabès	82	81,3	67,0	327,7	0
	Gafsa	82	49,4	46,3	182,2	0
Hiver (D.J.F)	Gabès	82	53,7	44,1	209,0	3,7
	Gafsa	82	48,8	42,2	150,4	1,7
Printemps (M.A.M)	Gabès	86	43,4	35,5	191,8	2,0
	Gafsa	83	56,0	45,0	190,0	1,2
Eté (J.J.A)	Gabès	83	3,1	62,0	1,6	0
	Gafsa	81	13,1	68,0	7,4	0

Les pluies journalières dont le nombre varie de 20 à 40 par an sont aussi très variables et peuvent atteindre en 24 h 70% des précipitations annuelles et plus de 100% de la moyenne interannuelle. Les maximums journaliers de 50 mm ont une fréquence d'occurrence décennale. A cette hauteur ils provoquent des crues dans les oueds, des épandages en bas des glacis et du ruissellement en terre de Ségui à pente non nulle où les aménagements en tabia trouvent alors leur efficacité. L'intensité des pluies peut atteindre des valeurs élevées et provoquer des dégâts catastrophiques. Elle peut atteindre et dépasser 150mm/h sur 5 mn en pluie automnale. L'examen du graphique 232.1 nous montre que Gabès présente de fortes pluies automnales et que Gafsa a des pluies printanières plus abondantes par rapport aux autres saisons de la station et même par rapport aux

**pluies** de printemps de Gabès. Cette uniformisation des hauteurs de pluies due à la représentation de la moyenne sur plus de 75 ans ne représente pas correctement les régimes pluviométriques de ces stations qui sont surtout caractérisés par une grande variabilité mensuelle et saisonnière.

Dans son étude "Contribution aux totaux pluviométriques mensuels et annuels des pluies journalières", COLOMBANI (1973) a donné les résultats fréquentiels suivants sur Gabès :

- La fréquence d'apparition de la première pluie journalière égale ou supérieure à 10 mm:
  - avant le 1er décembre est de 0,790 (5ans sur 6)
  - avant le 1er novembre est de 0,628 (3 ans sur 5)
  - avant le 1er octobre est de 0,326 (1 an sur 3)
- La fréquence d'apparition de la dernière pluie journalière égale ou supérieure à 10 mm:
  - après le 1er mai est de 0,214 (1 an sur 5)
  - après le 1er avril est de 0,333 (1 an sur 3)
  - après le 1er mars est de 0,571 (3 ans sur 5).

Si on accepte que la saison des pluies commence et se termine avec l'arrivée d'une pluie de 10 mm, on constate qu'elle commence 5 années sur 6 avant le 1er décembre et se termine après le 1er avril 1 année sur 3.

Si on accepte avec BOURGES, FLORET et PONTANIER (1978) que l'année sèche a moins de 100 mm, l'année moyenne entre 100 et 250 mm, l'année humide plus de 250 mm et en considérant les modalités de répartition entre les saisons automne, hiver et printemps, la fréquence d'avoir une année moyenne de répartition moyenne est de 18%, soit une année sur 5,5.

Ces auteurs n'ont pas pu dégager une loi de répartition des années types.

Si nous considérons la répartition des pluies par décades au Telmam

de 1972 à 1980 (tabl. 232.1.b) nous pourrions relever, selon les barèmes de classification de ces auteurs, 5 années moyennes, une année sèche et deux années humides.

La présentation par décades des pluies nous permet d'apporter des précisions intéressantes quant aux effets de cette eau sur la végétation cultivée ou de parcours.

Parmi les cinq années à pluviométrie moyenne examinons la répartition suivant les saisons, les décades pluvieuses avec le nombre de jours de pluie, leur quantité en mm, la durée des périodes sèches. Ainsi l'année 1972-1973 a un automne moyen ne permettant pas un semis en bonne condition; seules les graines en position superficielle auraient pu germer, les petites pluies de fin septembre et de début octobre suffisaient à peine à recharger le stock d'eau du sol en terre limono-sableuse, mais suffisaient sur terre sableuse des steppes pour faire démarrer une petite végétation.

Les quatre décades sèches des mois d'octobre et novembre, période pendant laquelle l'évaporation sur sol nu après 30 mm de pluie est de 0,5 à 0,8 mm/j (FLORET, PONTANIER, 1978), épuisaient donc le sol de son stock d'eau.

La 1ère décade de décembre avec une pluie de 39 mm est très favorable pour un bon semis de céréale, le reste de l'hiver avec 9 petites pluies inférieures à 10 mm permet une bonne installation de la végétation avec un démarrage normal en mars.

Les 2 pluies de printemps de la dernière décade de mars permettaient aux céréales d'accomplir leur cycle de production. La végétation de parcours trouvait également des conditions pluviométriques d'hiver et de printemps moyennement bonnes mais pour elle le printemps fut trop bref, la réserve d'eau fut vite épuisée.

En conclusion il s'agit pour 1972-1973 d'une année de pluviométrie moyenne à répartition bonne pouvant permettre une production de céréale moyenne et assurée, mais la végétation naturelle sur parcours n'avait qu'une courte période végétative favorable suivie d'une sécheresse définitive d'été.

L'année moyenne 1974-1975 a eu un automne favorable permettant le semis vers fin décembre, un hiver sec provoquant sûrement un tallage médiocre chez les céréales, une fin d'hiver et un début de printemps pluvieux conférant la possibilité aux céréales d'avoir des grains bien formés.

Les trois campagnes moyennes de 1977 à 1980 que nous avons particulièrement suivies montrent que l'examen de la pluviométrie par saison ou par mois ne permettent pas d'établir des relations entre la pluie et l'existence possible d'une culture de céréales par la mise en place du semis d'abord et la récolte ensuite. L'examen des pluies par décades est plus explicatif. Ainsi la fig. 232.1.c nous montre que les trois années moyenne considérées ne déterminent pas le même comportement des cultures. L'année 1977-1978 a permis, avec les pluies de fin novembre, des conditions d'humidité satisfaisante pour le semis, et les pluies d'hiver ont rechargé le stock d'eau du sol. Celui-ci permet un bon démarrage au printemps qui, malheureusement, est sec car les pluies du mois de mai sont trop tardives pour profiter aux céréales. Nous avons donc pour cette campagne un bon automne, un bon hiver mais un printemps sec bien que la pluie de la saison soit moyenne selon les limites proposées par FLORET et PONTANIER (1978). L'année 1978-1979, moyenne par la répartition des pluies suivant les saisons, a une incidence tout à fait différente sur les cultures. Les pluies d'automne ont permis un semis plus précoce que pour l'année précédente, mais l'hiver est complètement sec avec 9 décades consécutives



Tabl. 23.2.1b. Pluviométrie par décade par année agricole en mm. Station de Telmam

Année	dé- ca- de	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Ao.	Total année agri.	Total année
1972-73	1	0,7	14,3(2)	-	39,4(1)	-	7,6(1)	-	3,0(1)	-	-	-	-		
	2	-	7,8(1)	-	-	0,7(1)	5,7(1)	0,4	0,6	-	-	-	-		
	3	12,1(1)	-	3,7(1)	15,3(2)	7,5(3)	6,3(2)	30,5(2)	-	-	-	-	-		
	Tot.	12,8(1)	22,1(3)	3,7(1)	54,7(3)	8,2(3)	19,6(4)	30,9(2)	3,6(1)	-	-	-	-	155,6(18)	155,6 (18)
1973-74	1	-	-	3,7(1)	34,7(1)	-	-	10,1(1)	-	-	-	-	-		
	2	-	-	9,1(1)	264,1(2)	-	-	13,3(2)	-	-	2,3(1)	-	-		
	3	-	2,4(1)	-	-	1,9(1)	23,7(1)	-	5,0(2)	-	-	-	-		
	Tot.	-	2,4(1)	12,8(2)	298,8(3)	1,9(1)	23,7(2)	23,4(3)	5,0(2)	-	2,3(1)	-	-	344,6(14)	346,9(15)
1974-75	1	-	-	2,7(1)	-	-	15,8(2)	20,5(2)	-	5,2(2)	-	-	-		
	2	6,3(1)	17,2(1)	-	-	-	17,9(3)	-	11,9(3)	-	12,2(2)	-	-		
	3	24,2(2)	1,8(1)	-	1,3(1)	4,0(1)	-	25,1(1)	0,9	-	-	-	-		
	Tot.	30,5(3)	19,0(2)	2,7(1)	1,3(1)	4,0(1)	33,7(5)	45,6(3)	12,8(3)	5,2(2)	12,2(2)	-	-	154,8(21)	167,0(23)
1975-76	1	-	5,4(1)	19,4(1)	2,5(1)	80,5(2)	11,4(2)	20,9(1)	-	11,8(1)	3,0(1)	-	-		
	2	-	-	-	-	35,8(1)	1,4(1)	0,3(1)	-	10,6(3)	-	-	-		
	3	15,2(1)	15,0(3)	-	4,7(2)	17,6(1)	64,1(4)	34,4(1)	-	-	-	-	-		
	Tot.	15,2(1)	20,4(4)	19,4(1)	7,2(3)	133,9(4)	76,9(7)	55,6(3)	-	22,4(4)	3,0(1)	-	-	351,0(27)	354,0(28)

Tabl. 23.2. 1a. Pluviométrie par décade par année agricole en mm. Station du Telmam. (suite)

ANNÉE	Dé- ca- de	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Total année agricole	TOTAL année
1976-77	1	22,7(1)	9,2(1)	4,0(1)	-	8,4(2)	-	-	-	5,7(1)	-	-	-		
	2	-	4,8(2)	4,9(1)	-	-	25,0(2)	-	-	-	-	-	-		
	3	-	-	0,9	0,6	4,3(1)	-	5,7(1)	-	-	-	-	-		
	Tot	22,7(1)	14,0(3)	9,8(2)	0,6	12,7(3)	25,0(2)	5,7(1)	-	5,7(1)	-	-	-	96,2(13)	96,2(13)
1977-78	1	2,3(1)	-	-	-	-	0,6	4,5(1)	-	8,5(2)	-	-	-		
	2	-	4,5(1)	-	-	25,2(2)	28,5(1)	-	-	16,8(1)	-	-	3,2(1)		
	3	18,0(1)	-	41,1(2)	-	-	-	-	-	4,6(1)	-	-	-		
	Tot	20,3(2)	4,5(1)	41,1(2)	-	25,2(2)	29,1(1)	4,5(1)	-	29,9(4)	-	-	3,2(1)	154,6(13)	157,8(14)
1978-79	1	-	7,5(1)	32,3(2)	-	-	-	22,4(1)	8,3(2)	-	-	-	-		
	2	-	3,3(1)	-	-	-	8,1(3)	-	-	-	-	-	-		
	3	2,3(1)	-	-	-	-	22,7(3)	5,7(1)	0,4	2,1(1)	-	-	-		
	Tot	2,3(1)	11,3(2)	32,3(2)	-	-	30,8(6)	28,1(2)	8,7(2)	2,1(1)	-	-	-	115,6(16)	115,6(16)
1979-80	1	11,9(2)	-	5,7(1)	-	-	-	24,8(3)	26,0(2)	-	-	-	-		
	2	-	-	-	-	-	6,9(1)	1,9(1)	1,3(1)	14,2(1)	-	-	-		
	3	3,2(1)	6,2(1)	6,4(1)	-	9,6(1)	31,0(1)	5,4(2)	-	-	-	-	-		
	Tot	15,1(3)	6,2(1)	12,1(2)	-	9,6(1)	37,9(2)	32,1(6)	27,3(3)	14,2(1)	-	-	-	157,5(19)	157,5(19)

Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de pluie supérieure à 1,0 mm.



sans pluie, le stock d'eau dans le sol à la sortie de l'hiver est en dessous du point de flétrissement. Les plantes issues du semis d'automne ont souffert sévèrement de cette sécheresse hivernale, beaucoup n'ont pas résisté pour pouvoir repartir avec les pluies de printemps. Celui-ci, avec deux décades pluvieuses de 22,5 mm chacune, est favorable pour la végétation. Pour traduire ce phénomène il aurait fallu abstraire la pluie de la 3ème décade de février des pluies d'hiver. Alors la répartition saisonnière de l'année serait la suivante: Automne moyen avec 46 mm, hiver sec avec 8 mm et printemps humide avec 62 mm.

L'année 1979-1980, moyenne également dans la répartition saisonnière, a un comportement printanier semblable à l'année 1978-1979 mais les faibles pluies d'automne, au nombre de 6, chacune inférieure à 10 mm, n'ont pas permis les possibilités de semis: donc pas de céréale mais une bonne végétation de plantes annuelles de parcours grâce aux abondantes pluies de fin février et début mars.

Nous voyons donc que l'examen des pluies par saison ne suffit pas pour préjuger de leur efficacité sur les cultures. Elle exige la connaissance des pluies au moins par décades.

L'année sèche 1976-1977 présente des saisons d'automne et d'hiver apparemment moyennes et un printemps sec, selon les limites de pluviométrie fixées par FLORET et PONTANIER. Si la pluie de la première décade de septembre a poussé quelques agriculteurs imprudents à engager le semis de céréale, la germination-levée n'a pas eu lieu car la recharge du stock d'eau, située très bas en ce début de saison des pluies n'a pas permis au sol de s'humidifier suffisamment. Les pluies suivantes sont trop faibles pour permettre au sol, surtout quand il est limoneux, de dépasser le niveau d'humidité correspondant au point de flétrissement.

L'examen des pluies par décade nous amène à rectifier l'appréciation des saisons vis à vis des cultures: automne sec, hiver sec et printemps moyen.

Des huit dernières années observées au Telmam, nous avons une année sèche sans culture (1976-1977), deux bonnes années humides (1973-1974 et 1975-1976), trois années moyennes avec récolte assurée (1972-1973, 1974-1975, 1977-1978) et deux années moyennes avec récolte aléatoire, faible ou nulle (1978-1979 et 1979-1980).

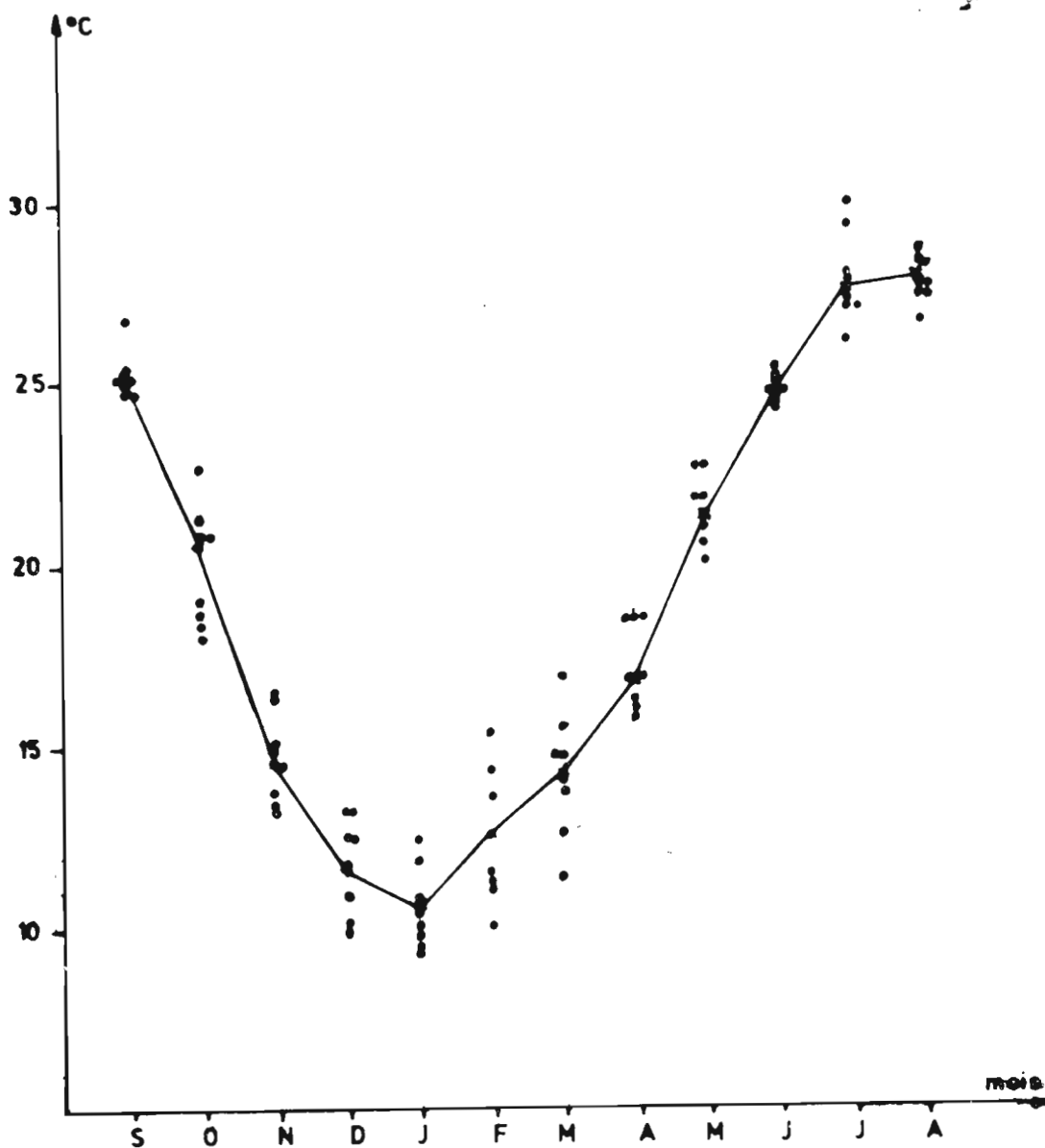
Nous étudierons plus particulièrement dans la suite les trois campagnes allant de 1977 à 1980 en ce qui concerne les relations entre la pluie, l'eau dans le sol et la production de matière sèche et de grains du blé dur.

### 232.2 La température

Température moyenne: Nous avons vu que la température diffère peu dans les trois stations Gabès, Telmam et km 52. Etant donnée sa position maritime Gabès a des températures d'hiver plus chaudes à partir du mois de décembre et celles d'été plus basses à partir de mai. Toutefois les écarts sont de l'ordre de un degré.

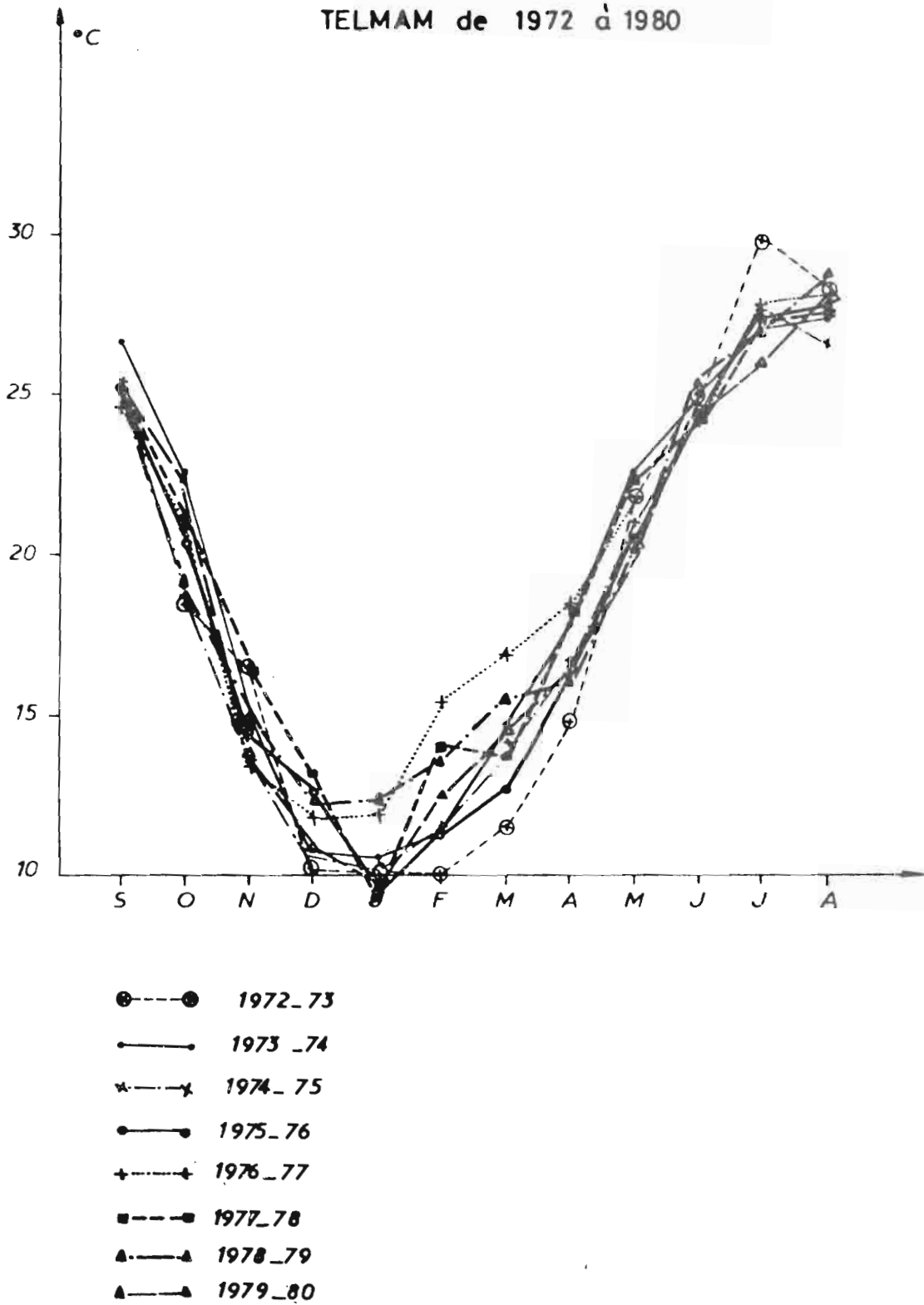
La figure 232.2.a nous montre, pour la station du Telmam, que le minimum a eu lieu en janvier et le maximum en juillet-août. Notons que c'est durant les mois de février et de mars, au printemps, que la température est la plus variable pouvant aller de 10° à 15°c. De même le mois d'octobre a son écart-type du même ordre que celui du mois de mars. Toutefois le coefficient de variation d'octobre est de 8% contre 14% pour le mois de février et 12% pour le mois de mars. Le changement de saison a lieu en octobre et en février-mars.

Fig.232.2a Températures moyennes mensuelles  
Station Telman 1972 à 1980



	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
Température	25,3	20,5	14,5	11,6	10,6	12,5	14,2	16,8	21,3	24,7	27,5	27,8	19,0
écart-type	0,69	1,70	1,13	1,09	1,17	1,80	1,68	1,91	1,04	0,40	1,12	0,71	0,49
écarts)	2,7	8,3	7,8	9,4	11,3	14,4	11,8	6,0	4,9	1,6	4,1	2,5	2,6

Fig. 232.2a'\_Températures moyennes mensuelles  
TELMAM de 1972 à 1980



La moyenne annuelle calculée sur 7 ans est de  $19,0^{\circ}\text{C}$  avec un écart-type de 0,49. Elle est peu variable d'une année sur l'autre.

Température maximum: Le maximum absolu de l'année a lieu dans l'un des trois mois de juillet-août ou septembre et peut atteindre  $47^{\circ}\text{C}$  (juillet 1979). La moyenne sur 6 ans de septembre 1972 à août 1980 est de  $44,9$  avec un écart-type de 2,15, soit un coefficient de variation de 5%, ce qui est faible, on doit donc s'attendre à des poussées de chaleurs au delà de  $40^{\circ}\text{C}$ .

La moyenne annuelle des maximums journaliers est de 25,1 avec un écart-type de 0,5. Ces valeurs sont en relation directe avec l'évapotranspiration potentielle (RIOU, 1980) et nous nous en servons pour l'estimation de cette valeur. Les mois les plus chauds sont juillet-août-septembre pendant lesquels la moyenne mensuelle des maximums dépasse  $32^{\circ}\text{C}$ .

Température minimum: La moyenne des minimums du mois le plus froid est de  $5,0^{\circ}\text{C}$  en janvier. Les mois les plus froids sont décembre et janvier où le minimum absolu peut atteindre  $-0,5^{\circ}\text{C}$  et  $-2,0^{\circ}\text{C}$  respectivement. Le gel est cependant exceptionnel. Il n'y a pratiquement pas de longue période de dormance hivernale.

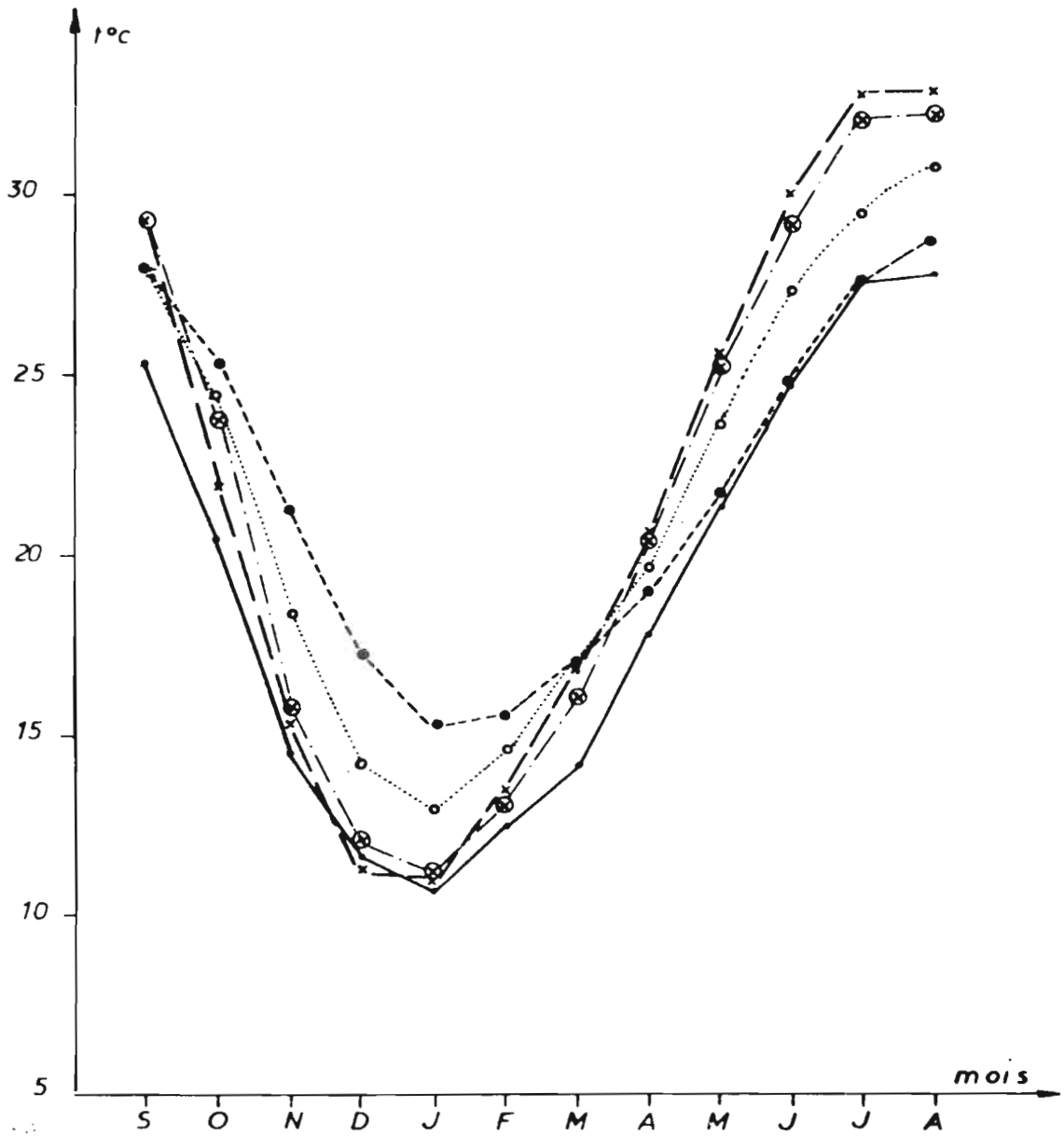
Amplitude annuelle moyenne: La différence entre la moyenne mensuelle des maximums du mois le plus chaud (août) et celle des minimums du mois le plus froid (janvier) traduit le caractère de continentalité de la région. Elle est de 29 degrés.

Température du sol: BOURGES et al (1977) ont constaté qu'à l'échelle de la journée, la courbe de variation de la température du sol s'amortit assez rapidement avec la profondeur. L'amplitude diurne moyenne annuelle est de  $16^{\circ}\text{C}$  à une profondeur de 10 cm alors qu'elle n'est plus que de



Fig. 232.2b - Température moyenne du sol  
à différentes profondeurs.

TELMAM (1973-1980)



- t° air
- x-x- t° sol à 0,10m
- ⊗-⊗- t° sol à 0,20m
- ⊙-⊙- t° sol à 0,50 m
- t° sol à 1,00 m

6,5°C à 20 cm, 2,4°C à 30 cm et 0,5°C à 60 cm. Elle est de 11,9°C pour l'air. Il existe un gradient thermique du sol avec la profondeur: de mars à septembre la température est plus importante en surface qu'en profondeur, la différence est de l'ordre de deux à trois degrés, le phénomène s'inverse en période de refroidissement d'octobre à mars où la température en profondeur est supérieure à celle de surface de 1 à 2 degrés.

La température moyenne du sol à 0,10 m passe par un minimum en janvier et durant les mois de décembre et de janvier elle est sensiblement égale à celle de l'air. Pour les autres mois de l'année elle est supérieure à cette dernière et l'écart est maximum en été où il est de cinq degrés.

Le même comportement se retrouve jusqu'à 0,20 m où la température est légèrement plus basse.

La température moyenne à 0,50 m et à 1,00 m reste constamment supérieure à celle de l'air sauf pour les mois de juin et de juillet où la température à 1,00 m est sensiblement la même que celle de l'air.

La variation interannuelle est faible en profondeur. En surface jusqu'à 30 cm, elle est du même ordre de grandeur que celle de l'air. La température moyenne interannuelle est sensiblement constante et est supérieure de 2,6 degrés à celle de l'air.

232.2.b Tableau des températures moyennes du sol en fonction de la  
profondeur - Telmam : Enregistrements de 1973 à 1980

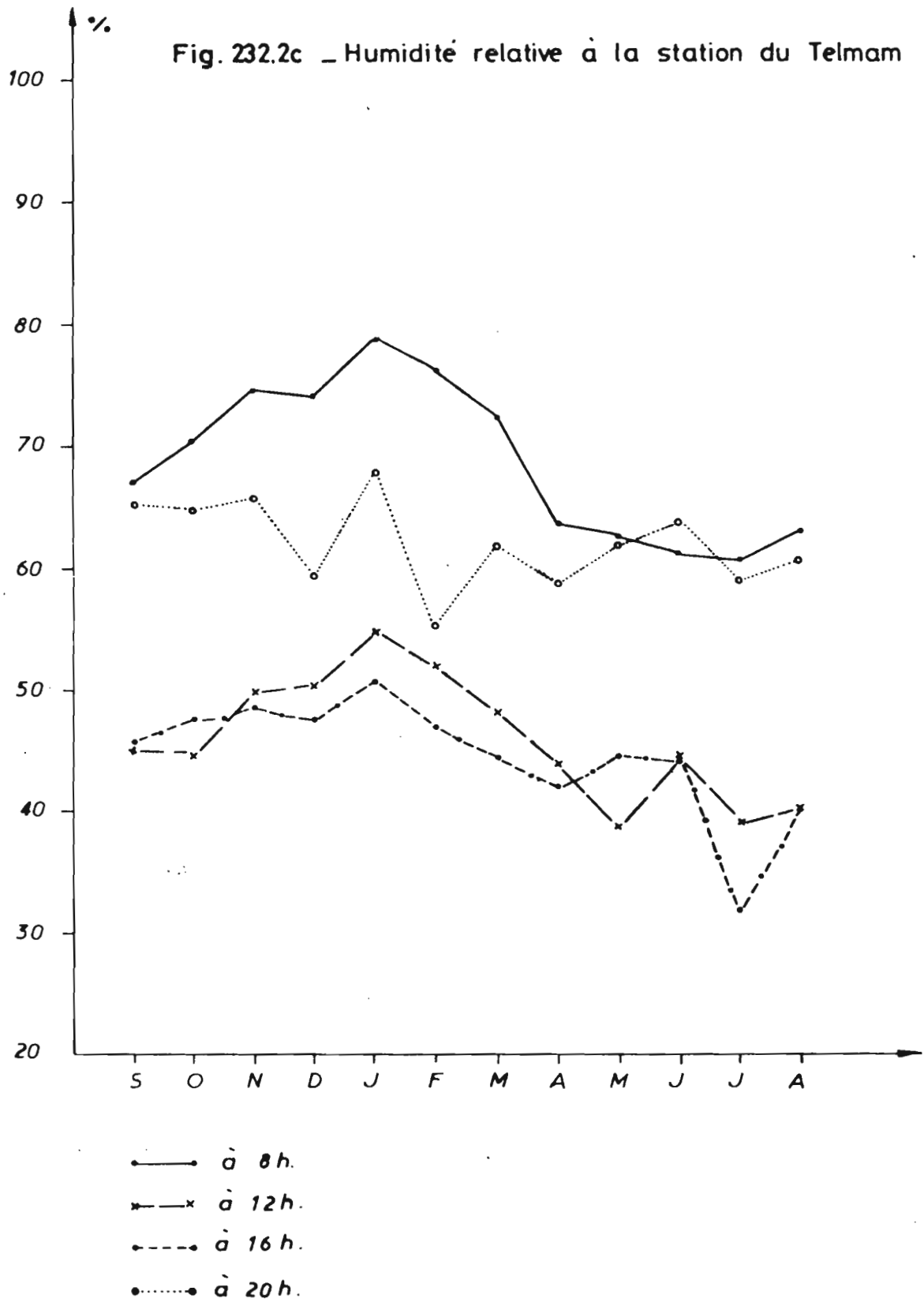
Prof.	Paramètres statistiques	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
0,10	Moyenne	29,4	21,9	15,3	11,2	10,9	13,4	16,6	20,7	25,6	30,0	32,9	32,9	21,7
	Ecart-type	1,37	2,90	1,21	0,63	1,35	0,73	1,16	1,25	2,15	1,46	0,92	0,77	
	CV (%)	4,6	13,2	7,9	5,6	12,3	5,4	7,0	6,0	8,4	4,9	2,8	2,3	
0,20	Moyenne	29,2	23,5	15,7	12,1	11,2	13,0	16,1	20,4	25,2	29,1	32,1	32,2	21,6
	Ecart-type	0,93	2,22	0,86	0,90	1,16	1,49	1,99	0,56	0,67	0,90	0,66	0,68	
	CV (%)	3,2	9,4	5,5	7,4	10,4	11,5	12,3	2,7	2,6	3,1	2,0	2,1	
0,30	Moyenne	29,4	23,7	16,1	12,2	10,9	12,4	15,1	19,9	25,0	28,8	31,8	31,9	21,4
	Ecart-type	0,85	1,71	1,27	0,86	0,91	0,58	0,97	0,82	0,78	0,75	0,30	0,35	
	CV (%)	2,9	7,2	7,8	7,0	8,4	4,7	6,4	4,1	3,1	2,6	1,0	1,1	
0,50	Moyenne	28,1	24,5	18,4	14,2	13,0	14,6	17,0	19,7	23,7	27,4	29,5	30,8	21,7
	Ecart-type	0,88	0,42	1,04	0,22	1,17	0,88	0,85	0,80	0,41	0,64	0,64	0,56	
	CV (%)	3,1	1,7	5,6	1,6	9,0	6,1	5,0	4,0	1,7	2,4	2,1	1,8	
1,00	Moyenne	28,1	25,4	21,3	17,3	15,4	15,6	16,8	19,0	21,8	24,9	27,5	28,9	21,8
	Ecart-type	0,08	0,42	0,56	0,22	0,53	0,85	0,76	0,64	0,38	0,54	0,53	0,45	
	CV (%)	0,3	1,7	2,6	1,2	3,4	5,4	4,5	3,3	1,7	2,2	1,9	1,6	

L'humidité atmosphérique: journalièrement elle passe par un maximum au cours de la nuit ou au lever du jour et atteint en moyenne annuelle 69%. elle décroît brusquement avec l'apparition du soleil et passe par un minimum se situant autour de 45%. Au cours de l'année elle passe par un maximum en janvier pouvant atteindre 79% en moyenne mensuelle interannuelle. Au mois de juin elle passe par un maximum secondaire du fait de l'humidité apportée par le vent marin venant de l'est. Avec l'été elle atteint le minimum de l'année au mois de juillet où elle peut atteindre 32% à 16h.

Tableau 232.2.c - Humidités relatives de la station du Telmam

(données enregistrées de 1973 à 1980)

Heures des relevés	Par. Statist.	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
8h	Moyenne	67,0	70,3	74,6	74,1	78,8	76,3	72,3	63,6	62,7	61,4	60,8	63,0	68,7
	s	4,58	4,50	3,78	7,54	6,77	7,74	7,43	7,63	5,34	5,85	3,80	2,00	3,05
	CV (%)	6,8	6,4	5,1	10,2	8,6	10,1	10,3	12,0	8,5	9,5	6,2	3,2	4,4
12h	Moyenne	45,0	44,8	49,7	50,3	54,8	52,0	48,6	44,1	38,6	44,4	39,0	40,1	46,3
	s	7,14	2,97	5,82	10,62	6,87	12,00	12,20	8,35	15,69	5,41	5,03	5,11	4,56
	CV (%)	15,9	6,6	11,7	21,1	12,5	23,1	25,1	18,9	40,7	12,2	12,9	12,7	9,8
16h	Moyenne	45,4	47,4	48,6	47,4	50,7	47,1	44,3	42,1	44,4	44,1	31,8	40,4	44,8
	s	8,12	7,95	5,38	11,95	7,65	11,12	13,18	10,23	9,32	5,84	14,70	4,35	4,65
	CV (%)	17,9	16,8	11,1	25,2	15,1	23,6	29,8	24,3	21,0	13,2	46,1	10,8	10,4
20h	Moyenne	65,1	64,8	65,8	59,4	68,0	55,3	61,8	58,8	62,0	63,7	59,1	60,7	62,6
	s	7,31	8,13	9,15	17,10	7,07	23,87	11,64	10,67	6,83	4,75	4,98	4,27	4,82
	CV (%)	11,2	12,5	13,9	28,7	10,4	43,2	18,8	18,1	11,0	7,4	8,4	7,0	7,7



La moyenne des maximums oscille autour de 77% et peut atteindre et dépasser en moyenne 90% en saison froide.

La moyenne des minimums est de 37% et elle est la plus basse d'avril à août où la température est élevée.

Les minimums absolus du mois peuvent descendre à moins de 9%. Ils se situent aux mois de février, mars, juillet, août et septembre pendant lesquels on observe fréquemment des journées de sirocco.

Les variations interannuelles les plus importantes se situent aux mois de décembre, février, mars, avril et mai, ce qui correspond aux années sèches et humides. Ces données peuvent donc servir à caractériser le climat dans une analyse descriptive globale.

### 232.3 Evaporation et évapotranspiration potentielle

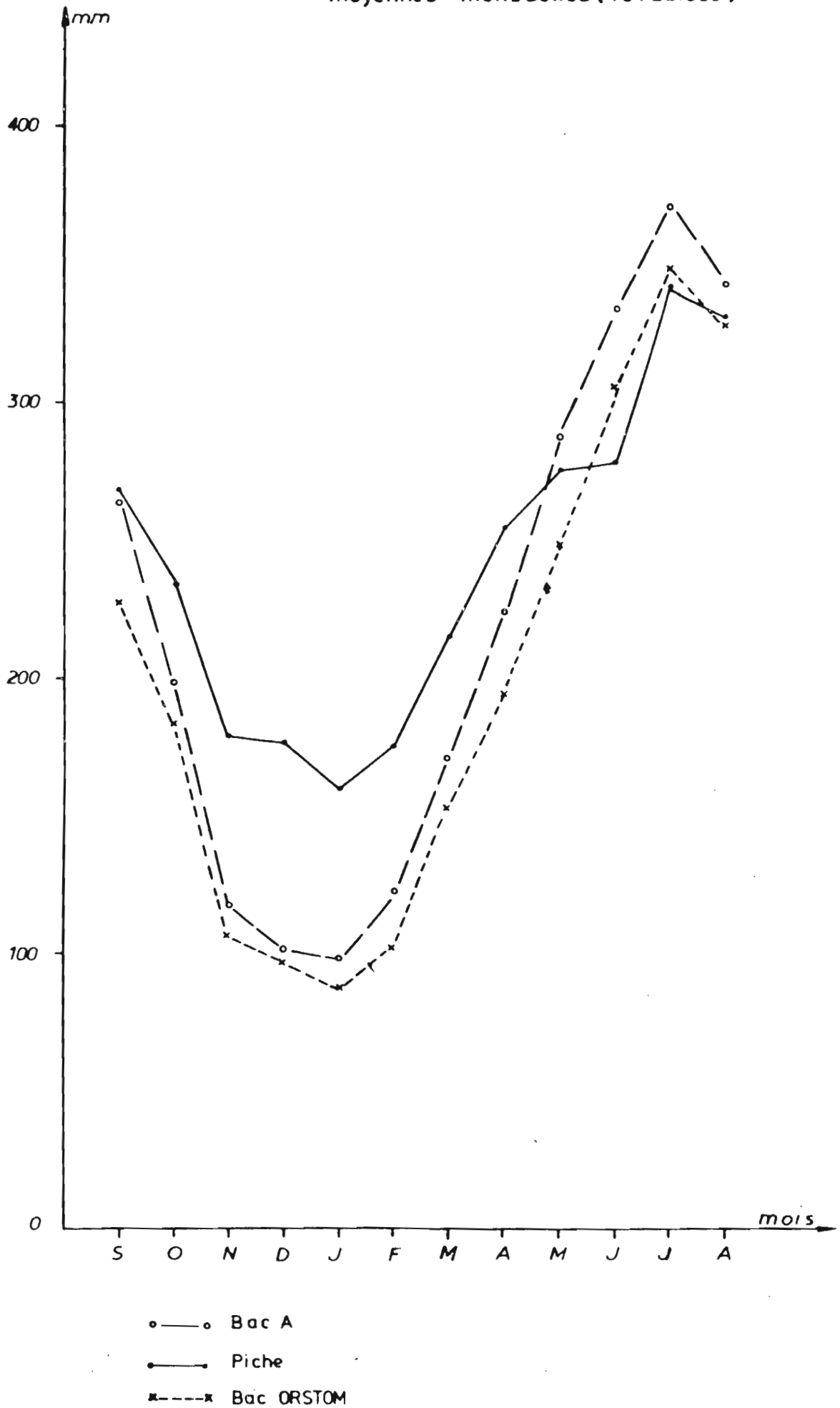
Les enregistrements au Telmam ont porté sur la période s'étendant de 1972 à 1980. Ils sont mis sur fichier et seront traités par les hydrologues de l'ORSTOM. Les premiers tableaux traités à la main nous sont communiqués par CAMUS H. (septembre 1981) et nous permettent de présenter le tableau suivant des évaporations en mm données par l'évaporimètre Piche, le bac Colorado type ORSTOM (bac à section carrée de 1m<sup>2</sup> partiellement enterré) et le bac Colorado de classe A (bac à section ronde de dimension standardisée, entièrement à l'air et posé sur socle).

Tableau 232.3.a Evaporation mensuelle à la station du Telmam.  
Valeurs en mm d'eau, période d'enregistrement de  
1972 à 1980.

Type d'évapo- rimètre	Car. Statist.	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
Piche	Moyenne	268	234	179	177	160	176	216	256	276	278	342	331	2898
	s	57,0	48,8	20,9	57,0	39,1	55,4	46,8	58,1	49,4	45,3	48,1	29,0	313,6
	CV (%)	21,3	20,8	11,7	32,2	24,4	31,5	21,7	22,7	17,9	16,3	14,1	8,8	10,8
Bac Colorado type ORSTOM	Moyenne	229	184	107	97	87	103	154	195	249	305	348	328	2409
	s	11,5	18	10,9	28,2	18,8	21,9	33,1	33,2	38,0	26,4	14,3	16,5	175,2
	CV (%)	5,0	9,7	10,2	29,2	21,6	21,3	21,5	17,0	15,3	8,7	4,1	5,0	7,3
Bac Colorado de classe A	Moyenne	264	199	118	102	99	123	172	225	288	334	371	343	2639
	s	29,4	24,1	15,0	33,4	23,4	25,2	33,1	36,9	41,5	30,5	24	15,9	208,4
	CV (%)	11,1	12,1	12,7	32,8	23,7	20,6	19,3	16,4	14,4	9,1	6,5	4,6	7,9

Les valeurs d'évaporation données par l'évaporimètre Piche sont toujours supérieures à celles données par le bac Colorado sauf pour les mois d'été où la température de l'eau de ces bacs reste constamment élevée ; les enregistrements de température de l'eau de ces bacs effectués 4 fois par jour de 1972 à 1980 permettront d'apporter des éléments d'explication à ce phénomène. D'une année à l'autre les mois de décembre à mars présentent les plus grandes variations; ceci est à rapprocher des variations de l'humidité relative de l'air constatées plus haut.

Fig. 232. 3a - Evaporation au Telmam  
moyennes mensuelles (1972-1980)





Aucune mesure d'évapotranspiration potentielle n'a été effectuée dans la région. Toutefois les données de mesures réelles sous Kikuyu et de calcul par la formule de Perman. ont été effectuées par Darmagnez J., El Amami S., Riou Ch., (1963) et par Pontanier R. (1978) à Gabès. La situation du Telmam et de Ouled Mansour est plus continentale. Nous donnons à titre de comparaison le tableau 232.3.b dans lequel l'estimation de l'ETP du Telmam a été effectuée à partir des moyennes mensuelles interannuelles des températures maximales obtenues sur 8 ans et grâce à la formule d'estimation donnée par RIOU Ch. (1980) qui est la suivante:

$$\text{ETP} = 0,31 \theta_{*} - b$$

$$\theta_{*} = (\theta_n^x + 2\theta_{n+1}^x) / 3, \quad \theta_n^x = \text{moyenne mensuelle interannuelle des températures maximales du mois } n.$$

$$\theta_{n+1}^x = \text{id. du mois } n+1$$

$$b = 7,1 - 0,1 \phi, \quad \phi = \text{latitude en degré et dixième.}$$

La situation du Telmam nous donne pour  $\phi = 34^{\circ},02$  la valeur  $b = 3,70$ .

Tableau 232.3.b Valeurs mensuelles de l'ETP à Gabès et au Telmam.

Station	Origine	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
Telmam	Calcul Formule de RIOU	149,1 (4,97)	100,4 (3,24)	59,2 (1,97)	44,2 (1,42)	51,9 (1,73)	64,9 (2,32)	93,8 (3,03)	125,4 (4,18)	166,2 (5,36)	192,9 (6,43)	210,7 (6,80)	195,7 (6,31)	1454
	Calcul (Riou)	149	111	63	42	51	67	97	120	149	173	195	183	1400
Gabès	Calcul Formule de Penman	128,2	87,5	48,4	40,3	43,0	56,2	89,2	118,5	144,2	161,1	176,5	162,6	1254
	Calcul Formule de Turc	142	102	74	56	57	74	105	127	151	169	185	175	1417
	Mesures ETP Kikuyu	129	101	76	57	63	56	97	128	164	170	203	187	1431
	Mesures 1964-72 (Riou)	137	102	72	52	55	61	98	130	155	175	199	189	1425

Les chiffres entre parenthèses ( ) indiquent l'ETP moyenne en mm/jour.

Pour Gabès les résultats de calcul par la formule de Riou sont assez proches des résultats mesurés sous Kikuyu. Cette même formule appliquée au Telmam donne des résultats supérieurs d'environ 50mm pour l'année, par rapport à Gabès, ce qui est faible vu le caractère plus continental de la station.

Le déficit hydrique annuel de la région du Telmam peut être estimé à 1290 mm environ si nous prenons comme moyenne annuelle pour Telmam 160 mm de pluie annuelle. Cette forte valeur atteste le caractère aride de la région.

#### 232.4 Conclusions sur le climat de la région du Telmam et de Ouled Mansour

Avec un déficit hydrique de l'ordre de 1300 mm, une longue saison sèche de mai à octobre pouvant se prolonger jusqu'en décembre, la zone étudiée présente un caractère fortement aride.

Le régime pluviométrique est très irrégulier et aucune année ne ressemble à une autre ce qui confère peu de sens à la notion d'année pluviométrique moyenne qui estompe les écarts. Seules les années humides permettent une production notable. La considération des séquences d'années sèches et humides permet alors de comprendre le comportement des agriculteurs face à ces conditions difficiles du milieu. De longues périodes de sécheresse sévère suivent les premières pluies d'automne, ce qui confère à la décision de semer un caractère de jeu de hasard. Aussi les agriculteurs misent-ils au plus bas:

20 à 25 Kg de semence de blé ou d'orge et 2 à 3h de tracteur à l'ha. Et il faut s'attendre à ressemer. En année humide on peut alors espérer 5 à 6 q/ha. Les pluies, par ailleurs, sont orageuses. Leur pouvoir érosif joue d'une part par les crues des oueds dont la violence, après de fortes pluies, peuvent tout emporter sur leur passage (gessours, arbres, pierres) et d'autre part par le ruissellement en nappe sur de grandes surfaces plus ou moins en pente (zones de glacis).

La pluviosité totale est fortement déficitaire par rapport à l'ETP, cependant il y a des accumulations possibles d'eau dans le sol en hiver, ce qui permet aux plantes de démarrer vivement au printemps, accomplir rapidement leur cycle pendant ces mois de mars-avril où les pluies "valent de l'or". Car dès le mois de mai la terre se dessèche et l'espérance de pluie devient pratiquement nulle. Les fortes températures d'été ne laissent aucune réserve d'eau à la terre après le mois d'août. Celle-ci est à cette époque nettement en dessous du point de flétrissement. Aucune végétation n'est alors possible. Seules les espèces pérennes résistantes capables de vivre au ralenti peuvent survivre.

Un dernier facteur défavorable doit être signalé: le vent. Pendant la période de végétation les vents desséchants et violents de secteur SW-W et NW sont fréquents et viennent aggraver le bilan hydrique déjà limité. L'érosion éolienne provoquée par la force de ces vents sur les terres sableuses est grave et la technique de retournement et d'émiettement du sol par la déchaumeuse à disque partout adoptée est particulièrement dangereuse sur ces sols sableux.

#### 2.4 LA CULTURE CEREALIERE DANS LE CONTEXTE DE L'UNITE DE PRODUCTION

L'unité de production est provisoirement considérée comme constituée par le chef de ménage et sa famille restreinte, femme et enfants habitant un local permanent sur le lieu considéré, disposant de moyens de production, tracteur, déchaumeuse polydisques, cheval, mulet, âne, petits matériels agricoles, exploitant un ensemble de parcelles et procédant ou non à l'élevage ovin et caprin.

La situation est en réalité plus variée. Il peut y avoir plusieurs générations d'adultes exploitant en commun un patrimoine donné sous l'autorité

du chef de famille élargie même si celui-ci ne participe plus physiquement aux travaux agricoles. Il peut également rester la femme seule, veuve ou dont le mari est absent, continuant à assurer avec ses enfants les travaux agricoles et l'élevage.

Nous avons procédé à une pré-enquête en vue du choix des unités à suivre. Les critères retenus sont l'âge du chef de ménage, le travail en dehors des activités agricoles, le nombre de tabias ou levées de terre en vue de canaliser ou retenir l'eau de ruissellement dans le but d'en favoriser l'infiltration, le nombre de parcelles cultivées en céréales (blé ou orge) ainsi que leur situation topographique, et enfin le nombre de têtes d'ovins et caprins.

Ces critères sont appréhendés par enquête orale avec comme guide, pour Ouled Mansour, un responsable de la cellule du parti socialiste destourien. La base de sondage ainsi établie comportait 195 chefs de famille dont nous avons retenu 25 après stratification en fonction de l'âge et de l'importance de l'élevage. Les exploitations suivies ne peuvent prétendre être représentatives de celles de Ouled Mansour. Elles possèdent toutefois des parcelles cultivées en céréales dont la situation dans l'espace du Cheikat nous permettra de cerner les problèmes de l'utilisation des eaux de ruissellement. Nous espérons ainsi sauvegarder la possibilité d'entamer l'étude des unités de production tout en démarrant les travaux avec celle de la culture céréalière.

Pour Telmam nous n'avons pas la possibilité de circonscrire administrativement, le Cheik responsable de la zone réside au chef-lieu de la délégation à El Hamma et couvre un territoire plus large que le bled Telmam, aussi nous sommes-nous contentés de dénombrer toutes les habitations situées entre la citerne Telmam jusqu'au village de El Meida situé

de l'autre côté de la route nationale Gabès-Gafsa. La limite Nord est constituée par le Djebel Zemlet'El Beida et celle du Sud par la dépression zone d'épandage de l'oued Zita.

Il s'agit donc d'un choix en fonction d'une entité physique du type "Segui" constituée par la zone de piedmont à la sortie du Djebel, le glacis à pente douce et enfin la zone basse d'épandage des oueds.

Par contre à Ouled Mansour nous avons affaire à une entité humaine administrativement définie comportant le regroupement d'un petit nombre de tribus. (Ouled Mansour, Ouled Hadj Ghezaz, Ouled Zoueda).

Suite à cette enquête nous avons les résultats suivants:

a) Ouled Mansour

Age du chef de famille

Age	≤35	36 à 40	41 à 50	51 à 60	>60
%	15,5	11,8	33,0	21,6	18,0
% cumulé	15,5	26,3	60,3	81,9	100

Nombre d'exploitants enquêtés : 194

Le doyen a 78 ans et le plus jeune a 25 ans. Environ 82% des chefs de famille ont moins de 61 ans. Leur activité agricole semble stable.

Nombre d'enfants par famille

Nb d'enfants	0	1	2	3	4 & 5	6 & 7	> 7
%	3,1	7,5	8,7	12,5	30,0	21,2	16,9
% cumulé	3,1	10,6	19,3	31,8	61,8	83,0	100

Nombre d'exploitants enquêtés : 160

Plus de 68% des familles enquêtées ont 4 enfants ou plus. Les familles sont souvent nombreuses.

Nombre de tabias

Nb de tabia	0	1 à 2	3 à 5	6 à 8	9 à 11	>11
%	8,8	10,4	26,9	15,5	10,9	27,5
% cumulé	8,8	19,2	46,1	61,6	72,5	100,0

Nombre d'exploitants enquêtés : 193

Le milieu est récemment occupé, depuis 1960, et le nombre de tabias important indique un investissement dans les terres agricoles. Cet investissement semble a priori être peu rentable étant donné le faible niveau de production atteint, 3 à 4 quintaux de grains par ha en année moyenne; toutefois, envisagée sur un cycle de 5 à 6 ans, l'opération se révèle intéressante et permet en outre d'occuper le territoire en pleine propriété. Avec une bonne année humide les tabias jouent leur rôle de barrière d'infiltration, le stock d'eau du sol augmente alors considérablement, l'agriculteur peut espérer un rendement de 6 à 7 q/ha de grains et/ou des cultures maraîchères (fèves, oignon essentiellement) ainsi qu'un bon démarrage des oliviers souvent déjà installés.

Nombre de parcelles de céréales par exploitant

Nb de parcelles	0	1	2	3	4	5	6	>6
%	2,1	9,3	9,3	17,1	8,3	8,8	8,8	36,3
% cumulé	2,1	11,4	20,7	37,8	46,1	54,9	63,7	100,0

Nombre d'exploitants enquêtés : 193

La majorité des exploitations ont plus de 4 parcelles. Beaucoup ont plus de 6 parcelles dont la dimension a été mesurée par le suivi durant les campagnes de 1977 à 1979. Nous avons les résultats suivants:

Taille des parcelles cultivées en céréales

Taille en ha	<0,10	0,10-0,20	0,20-0,40	0,40-1,00	1-2	2-5	>5
% du nb de parcelles	10,3	23,8	16,7	12,6	18,2	11,9	6,3
% cumulé	10,3	34,1	50,8	63,4	81,6	93,5	99,8

Nombre d'exploitants enquêtés : 30

Nombre de **parcelles** mesurées : 126

Plus de la moitié des parcelles ont moins de 0,4 ha. Les grandes parcelles d'un seul tenant existent et nous avons pu en dénombrer 4, de 6,5 - 6,8 - 8,5 et 13,0 ha. Elles n'ont pas d'aménagement en tabia et sont situées en zone basse le long des lits d'oued d'où les eaux de crue peuvent venir les submerger temporairement.



Superficie mise en cultures de céréale par exploitant

Elle est variable d'une année à l'autre selon l'appréciation que l'exploitant fait du temps à venir après les dernières pluies d'automne.

En 1977-1978 la superficie moyenne cultivée par exploitant a été de 5,79 ha avec un coefficient de variation de 82% (minimum 0,63 ha et maximum 15,9 ha).

En 1978-1979 cette même superficie a été de 5,10 avec un coefficient de variation de 115% (minimum 0,64 ha et maximum 23,0 ha).

Avec de grandes variations de surfaces mises en culture d'un exploitant à l'autre, il est plus explicite de présenter le tableau de distribution suivant bien que nous n'ayons que peu de cas observés.

Superficie cultivée en ha	<1,0	1 à 3	3 à 5	5 à 7	>7
Nb d'exploitants 1978-1979	2	6	4	3	3
Nb d'exploitants 1977-1978	2	2	1	2	3

Elevage

Nous donnons à titre indicatif l'importance du troupeau dans les exploitations à Ouled Mansour, les effectifs obtenus par renseignements sont sujet à vérification.

Nombre total d'exploitants enquêtés: 159

Nb de têtes d'ovins et de caprins	0	1 à 5	6 à 15	16 à 30	31 à 60	>60
% d'exploitants	24,5	13,8	37,7	16,3	5,0	2,5
% cumulé	24,5	38,3	76,0	92,3	97,3	99,8

Un peu moins d'un exploitant sur 4 n'a pas d'élevage. Les petits effectifs prédominent, la majorité a moins de 15 têtes. Les grands troupeaux sont rares. Si l'on considère que l'importance du troupeau est signe évident de richesse, la majorité des exploitants de Ouled Mansour n'a que peu de capital investi dans cette activité; toutefois l'élevage familial est omniprésent, il permet de valoriser l'espace des parcours apportant ainsi les revenus monétaires nécessaires au ménage, la culture de céréales assurant par ailleurs la réserve en grains.

Au terme de cette préenquête complétée par quelques éléments chiffrés de surface nous pouvons brosser l'image de l'unité de production courante de Ouled Mansour. L'élément humain est constitué par le ménage dont l'homme a de quarante à quarante cinq ans, marié avec 4 enfants. Le système de production agricole est composé d'une activité d'élevage avec un troupeau d'ovins et de caprins à faible effectif d'une quinzaine de têtes fournissant les rentrées monétaires; et d'une activité de production végétale avec un système de culture en sec sur environ 5 ha, en année de pluviométrie moyenne, où il y a succession de céréales blé dur sur blé dur, orge sur orge, ou orge sur blé suivant les prévisions qu'on peut se faire de l'année pluviométrique, suite aux premières pluies d'automne. La jachère existe mais elle n'est pas volontaire et est due au fait de l'importance des pluies. Ce système est complété par une petite production arboricole toujours présente dans des parcelles situées près de l'habitation et aménagées avec tabia pour la récupération d'eau de ruissellement. Avec les arbres, oliviers, amandiers, figuiers essentiellement, sont associées les cultures maraichères en mouchoirs de poche contre les tabia là où l'eau stagne facilement : petit pois, fève, oignon, tomate, piment etc... pour la consommation du ménage. Les années où les pluies de février-mars sont suffisantes l'agriculteur prépare un champ de pastèques dont les fruits peuvent rapporter un revenu monétaire non négligeable.

Pour conclure sur l'importance de la culture de céréales dans l'unité de production nous devons signaler le caractère aléatoire de la production dont le niveau de rendement est faible mais compensé par une surface relativement importante et des investissements minimum dans les techniques culturales. Le blé produit est encore considéré pour le paysan comme source de sécurité pour le ménage.

b) Telmam

Nous avons rencontré au Telmam plus de chefs de famille ayant des activités en dehors de la zone. Sur 34 habitations dénombrées nous en avons trouvé 15 dont le chef de famille travaille en dehors de l'agriculture. L'échantillon retenu tient compte de ce phénomène.

Le système de production est sensiblement le même que celui de Ouled Mansour avec la double activité agriculture et élevage valorisant toutes les possibilités offertes par le milieu : eau de pluie, eau de ruissellement, eau d'épandage de crue d'oued pour les cultures (céréales en champ non aménagé ou derrière tabia où ils peuvent être seuls ou en association avec des arbres : olivier, amandier, figuier, palmier, grenadier, abricotier; cultures maraichères tout contre les tabia là où arrive toujours l'eau dès les plus petites crues), parcours d'une production naturelle toujours faible valorisé par les moutons et les chèvres.

La superficie moyenne cultivée en céréales pour l'année 1977-1978 a été de 3,38 ha avec un coefficient de variation de 67% (minimum: 0,31 ha, maximum 10,09 ha).

Taille des parcelles cultivées en céréales au Telman.

Superficie en ha	<0,20	0,20 à 0,40	0,40 à 1,00	1 à 2	2 à 5
% des parcelles mesurées	5,1	21,5	36,7	21,5	15,2
% cumulé	5,1	26,6	63,3	84,8	100,0

Nombre total des parcelles mesurées : 79

La taille des parcelles est plus petite au Telman qu'à Ouled Mansour, 63% des parcelles mesurées ont moins d'un ha. La parcelle la plus grande mesure environ 3,5 ha.

## 2.5 LE SUIVI AGRONOMIQUE EN MILIEU REEL DE PRODUCTION

### 25.1 Objectifs

Dans le Sud tunisien le niveau de production de céréales est faible. Toutefois la pratique de la céréaliculture est généralisée dans toute la région. Les idées sur la question sont diverses : Les unes prétendent qu'il faut interdire la pratique de la céréaliculture, car avec les tracteurs munis de leur déchaumeuse polydisque, elle retourne et pulvérise des étendues de terre immenses détruisant la végétation naturelle pérenne fixatrice de terre, favorisant le départ des éléments de sol donc provoquant à terme la désertification. Les autres tiennent compte des populations résidentes dont la sécurité passe par la production de grains; elles sont amenées à considérer la céréaliculture comme un mal nécessaire. Les bases de raisonnement sont d'ordre psychologique et

nous n'avons pas actuellement les éléments nécessaires pour éclairer le problème.

En vue d'obtenir des éléments d'une orientation de la production agricole il y a lieu de connaître en premier l'état actuel de cette culture telle qu'elle se pratique avec les différents résultats obtenus dans le contexte des systèmes de culture adoptés que l'on s'efforcera de définir. Deux questions peuvent être à priori posées.

La première concerne l'utilisation de l'eau : comment la pratique traditionnelle avec ses moyens limités arrive-t-elle à utiliser les eaux de ruissellement pour compléter l'eau des pluies tombées directement sur sa parcelle et quelles en sont les modalités et leur rendement.

La deuxième question concerne la culture elle même : Blé ou orge, dates de semis pratiquées, éventail des résultats obtenus compte tenu des années pluviométriques pouvant permettre de préjuger de la rentabilité de telle culture.

La méthode adoptée ne peut être que l'enquête et le suivi continus dans le milieu réel de production.

## 25.2 Méthodes et techniques du suivi

Il faut distinguer la première campagne des suivantes.

Nous avons pu la réaliser malgré le peu de temps réservé à cette activité, suite aux multiples tâches de démarrage de l'ensemble des opérations envisagées : préenquêtes pour le choix des unités de production, location de terrain et mise en place des essais de comportement au Telmam. Toutefois nous n'avons pas pu réaliser le suivi de végétation (stades de développement) et de bilan hydrique, opérations nécessitant du personnel formé et consciencieux. Pour les campagnes suivantes, ce

personnel était formé avec les opérations d'expérimentation en milieu contrôlé (1977-1978) mais les années pluviométriques ont été défavorables. Elles n'ont pas permis la culture de céréale dans la région (cf. § 232.1) sauf dans les zones d'épandage où les eaux d'apports supplémentaires, les crues des oueds ont pu être retenues par le sol.

Les unités de production étant choisies, nous avons procédé à la visite de chacune d'elles avec comme thème d'enquête la culture du blé et de l'orge. Nous avons constamment le souci d'explication de l'intérêt de notre travail sur les besoins de connaissance que nous devons acquérir auprès des agriculteurs et des conséquences possibles sur les améliorations de cette culture par la synthèse des expériences acquises et des apports adaptés de la science agronomique. Nous avons dénombré ainsi toutes les parcelles cultivées de l'année agricole et nous avons procédé à la visite de chacune d'elles avec la présence du propriétaire qui pouvait nous donner les renseignements sur le passé immédiat :

La semence (dose, origine et qualité),

La date de semis (soit par la date exacte si le souvenir est bon, soit par rapport à la dernière pluie décisive dont nous connaissons par ailleurs la date et l'intensité)

les techniques de travail du sol (tracteur avec déchaumeuse ou mulet avec petite charrue sfaxienne, temps passé en heures)

Sur le passé à plus long terme, sur cinq ans, les précédents culturaux et les temps de jachères ont été notés. Et pour ne pas retenir trop longtemps les agriculteurs nous devions revenir par la suite pour l'appréciation de la localisation de la parcelle dans sa situation d'approvisionnement hydrique : Piedmont à forte pente avec aménagement de petite hydraulique (tabia, seguia) ou non, proximité ou non de lit de petits affluents d'oued appelés encore nfida,

moyen glacis à pente douce avec ou non présence de tabia,  
zone d'épandage où l'on note l'importance de l'immersion des terres  
 en liaison avec l'intensité des pluies.

Des mesures de surfaces effectuées au pas étalonné, et par la technique des trapèzes (VICARIOT, HUYNH VAN NHAN, 1973), sont réalisées en même temps que la première observation de végétation avec comptage de pieds dans des stations systématiquement déterminées au nombre de 4 par parcelle. Les limites sont tracées avec un compas rudimentaire constitué par deux batons reliés par une corde de 1,20 m de longueur. Un schéma de la parcelle est tracé afin de se retrouver sensiblement aux mêmes emplacements pour les observations périodiques de la végétation (stade de développement) et la récolte.

Au moment de la récolte, 4 prélèvements par parcelle sont effectués avec les notations suivantes:

- rayon du cercle après son tracé
- comptage du nombre de pieds total de la station
- comptage du nombre total de talles et du nombre de talles portant épi sur un quart de la station, toujours celui du NE
- mesure de la hauteur de la plante sur 10 pieds
- notation du recouvrement du sol
- notation sur 5 de l'homogénéité du peuplement végétal en ce qui concerne la vigueur de la plante et la régularité du peuplement
- notation sur les mauvaises herbes : recouvrement sur 5 et le nombre d'espèces.
- enfin une note de représentativité de la station par rapport au quart de la parcelle l'environnant.

Signalons une notation qui n'a pas été effectuée et qui se révèle nécessaire au contrôle et à l'interprétation des résultats (rapport graines sur paille), c'est celle des accidents divers: attaques d'oiseaux, graines tombées, épis cassés, maladies visibles.

Les pieds récoltés sont arrachés avec leurs racines et mis dans un sac assez grand en papier ou en nylon (risque de pourriture surtout pour les mauvaises herbes encore à l'état vert) et sont entreposés, non tassés dans un endroit sec et aéré en attente de traitement au laboratoire. Les mauvaises herbes sont également ramassées et mises en sacs portant même référence.

Le traitement des échantillons, après séchage à l'air libre, porte sur:

- séparation des racines de chaque pied au niveau du plateau de tallage
- poids de paille
- poids des épis
- nombre d'épis
- nombre d'épillets par épi compté sur 10 épis constituant un sous-échantillon
- nombre d'épillets avortés
- nombre d'épiochons (épis de longueur inférieure à 5-6 cm)
- après battage le poids des grains
- poids de 400 grains.

#### Campagnes suivantes

Le protocole d'observation de terrain dans le suivi est fonction des thèmes retenus suite aux résultats obtenus en première campagne. Ainsi le thème des situations d'approvisionnement hydrique a été retenu et le blé dur doit servir de plante-test. Ce travail n'a pas pu se réaliser faute d'année pluviométrique favorable. Il est pris en charge



par CHARFEDDINE F. en formation dans la discipline agronomique à l'ORSTOM en 1980-1981. Un rapport d'élève 2ème année ORSTOM a été fourni: contribution à l'étude de la production céréalière en sec d'exploitations du Sud tunisien, zone de Zougrata (septembre 1981).

### 25.3 Les résultats

#### 253.1 Les types d'approvisionnement hydrique

Nous avons observé à Ouled Mansour comme au Telmam-El Meida une grande variété d'approvisionnement hydrique en piedmont, moyen glacis ou en zone d'épandage.

Deux facteurs rentrent en jeu pour déterminer le niveau d'approvisionnement de l'année : la situation topographique de la parcelle avec son aménagement de petite hydraulique et la pluviométrie de l'année.

En zone de piedmont où la pente est forte, plus de 3%, de petites parcelles de moins d'un demi hectare sont mises en culture derrière des tabias, profitant des eaux de ruissellement venant d'un micro-relief calcaire ou gypseux servant d'impluvium et/ou de l'écoulement des eaux concentrées dans les lits de petits oueds non encore encaissés (nfida), captées par un système empirique d'endiguement. Là on trouve généralement des plantations d'arbres où, pendant les 4 à 5 années de leur installation, une culture de céréale est pratiquée. Un ensemble de plusieurs de ces parcelles aménagées constitue les ressources en terre sûres d'une famille sédentarisée.

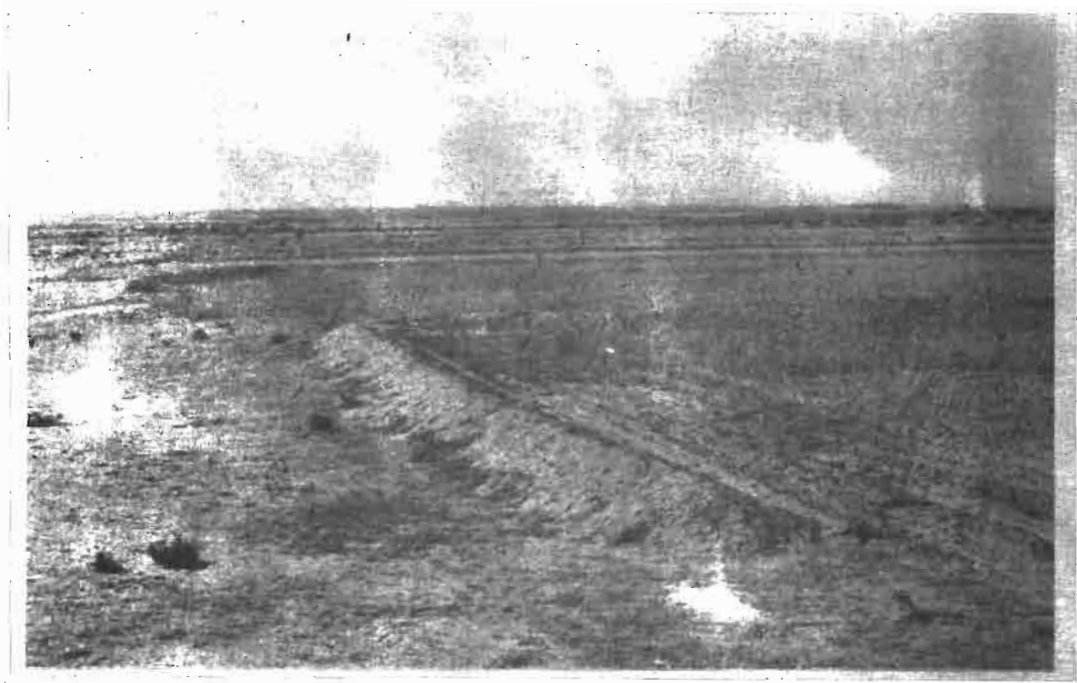
En zone de glacis où la pente est faible, de 1 à 2%, de grandes parcelles sont cultivées, elles sont souvent sans aménagement et prises sur les anciennes terres de parcours. Elles peuvent également être sous influence d'un aménagement de longues tabias permettant la mise en culture de bande plus ou moins large selon l'année pluviométrique.

En zone d'épandage, où les eaux des oueds sortent de leur lit en période de crue, des aménagements avec tabia sont souvent rencontrés mais également les parcelles se situent en plein dans les lits d'oued les débordant de part et d'autre. En période de fortes crues les plantes sont emportées ou déchaussées sur de grandes plages.

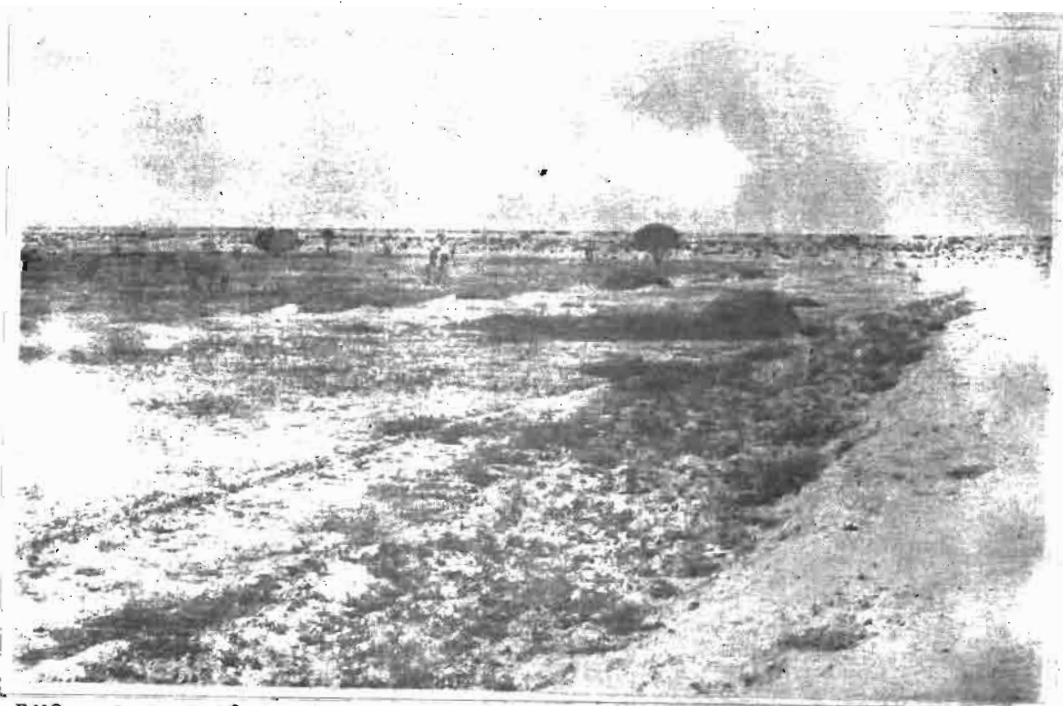
Nous caractérisons dans ce qui suit trois type d'approvisionnement hydrique : - un bon approvisionnement quand la parcelle observée peut recevoir l'eau de pluie sans en perdre par ruissellement, un apport supplémentaire d'eau de ruissellement par utilisation d'impluvium et de l'eau provenant de l'écoulement dans les nfida par un système d'endiguement constitué de tabias. Nous désignerons dans ce qui suit ce type par RH1,

- un approvisionnement moyen quand la parcelle peut recevoir des eaux de ruissellement à partir d'impluvium créé par l'agriculteur sous forme de bande de terre non labourée saignée ou non de seguia ou d'impluvium naturel créé par une croûte gypseuse ou un micro-relief calcaire. Un aménagement de petite hydraulique plus ou moins efficace peut être envisagé (tabia). Nous désignons par RH2,

- un mauvais approvisionnement quand aucun aménagement n'a été effectué; la parcelle ne peut recevoir que l'eau de pluie et peut en perdre par ruissellement, phénomène non remarqué pour les années à pluviométrie moyenne ; le relief obtenu après labour suffit généralement à retenir les eaux. Nous désignons par RH3.



Régime RH2 : Les tabia ci-dessus sont aménagés en série. L'eau excédentaire des parcelles situées en amont est dirigée vers les parcelles situées plus en aval



Régime RH2 : Les croûtes de terrain dur, calcaire ou gypse, sont utilisées comme impluvium. Les arbres sont plantés là où arrive le plus d'eau.

## 235.2 Le travail du sol

Il s'effectue généralement au tracteur de 60 cv portant une déchaumeuse polydisque dont la largeur ne couvre pas les roues AR. Après le semis à la volée d'une semence provenant de cultures des années précédentes, le tracteur passe avec la déchaumeuse pour enfouir les graines et détruire les adventices. La dose de semence varie selon l'estimation que l'agriculteur fait du temps à venir, généralement à base de l'importance des pluies d'automne et de la succession des années humides et sèches : 20 à 30 kg fournissent, quand la répartition est uniforme, de 50 à 100 graines au m<sup>2</sup> d'une semence de bonne qualité de poids aux 1000 grains dépassant 34 g. Le travail du sol s'effectue à l'entreprise et l'agriculteur n'a aucun moyen de contrôle sur la qualité du travail fourni. Dans les conditions difficiles de terrain (terre en voie de dessiccation, pluie insuffisante, accidents de relief, pierres etc...) le chauffeur n'hésite pas à lever son train de disques et laisser de larges bandes de terre non retournées sans compter une largeur de roue non touchée par l'instrument et tassée systématiquement à chaque aller retour. (un dixième de surface est ainsi non productive mais cette perte passe inaperçue vu le faible niveau de rendement et les risques importants de sécheresse sévère). L'épaisseur de terre retournée est souvent inférieure à 10 cm. La déchaumeuse laisse une terre soufflée où le contact terre graine est lâche. Elle enfouit les graines à des profondeurs variables allant de la surface à plus de 10 cm. Les graines peuvent être entraînées par ruissellement en surface et se concentrer en des plages à densité d'occupation très forte, là elles ne donneront que de la paille. En profondeur elles peuvent bien germer quand l'humidité est suffisante mais le chemin à parcourir pour arriver en surface est long

et là elles doivent encore vaincre des obstacles (mottes trop grosses, pellicule de battance) pour sortir de terre. La longueur des rhizomes observée peut atteindre alors 10 cm. En moyenne profondeur, de 5 à 7 cm, les graines risquent de ne pas trouver assez d'humidité car la dessiccation des 5 premiers cm de sol est très rapide. Pour toutes ces raisons: perte par ruissellement des graines de surface, mauvaises conditions d'imbibition de la graine par mauvais contact terre-graine, épuisement des plantules pour les graines trop profondément enterrées, dessiccation rapide des 5 premiers cm de sol, des 50 à 100 graines semées ne lèvent qu'une vingtaine de pieds au m<sup>2</sup>.

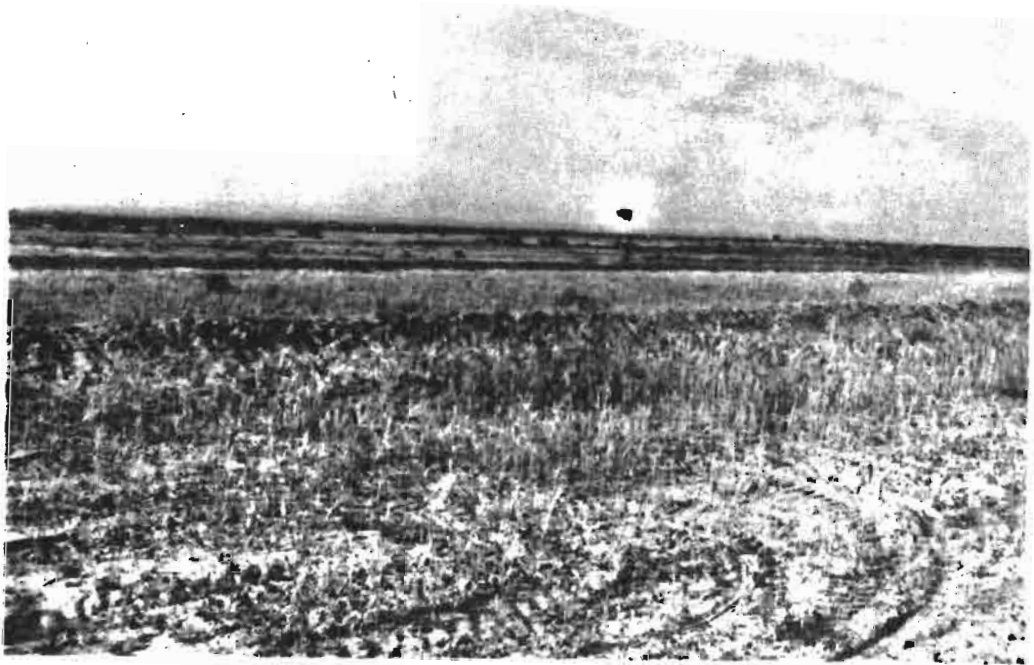
### 253.3 Les dates de semis

Les agriculteurs attendent les pluies d'automne pour semer. L'humidité est jugée suffisante quand 20 à 25 cm de sol sont frais suite à des pluies de 30 à 35 mm en sol limono-sableux ou 25 mm en sol sableux. Le nombre de tracteurs étant limité dans la zone, les agriculteurs les plus influents sont les premiers servis donc avec des dates de semis proches à quelques jours près de la date de la dernière pluie décisive. La durée qui sépare cette dernière de celle du semis joue un rôle important dans la réussite du semis.

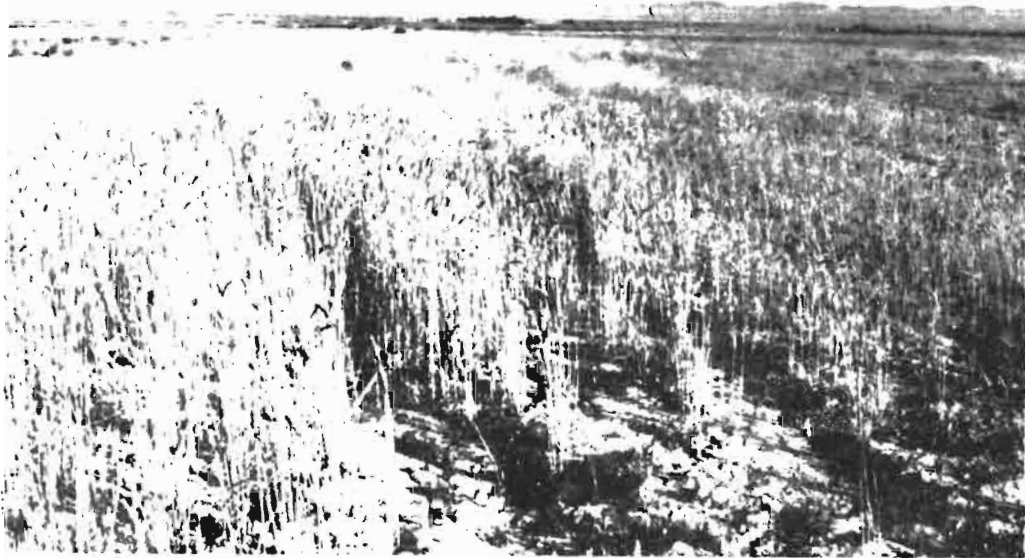
Pour cette campagne 1977-1978 les pluies ont été réparties comme suit:

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Année
Telmam	20,3	4,5	41,1	0	25,2	29,1	4,5	0	29,9	0	154,6
Zougrata	33,9	26,5	31,5	0	15,5	5,5	6,0	1,6	16,0	0	136,1

47b



Le tracteur n'hésite pas à gaspiller du terrain. Là où marquent les roues, le sol est tassé fortement et la végétation qui s'y développera aura encore moins de chance d'accomplir son cycle étant donné les conditions hydriques limitées où elle se trouve.



Une bande de terrain de la largeur de la roue AR de tracteur est non retournée et tassée à chaque aller retour du tracteur. Elle constitue souvent une petite dépression où s'accumulent l'eau et les graines y arrivent par ruissellement. Les pieds de blé n'y tallent pas et souffrent plus de sécheresse qu'ailleurs car le système racinaire se développe seulement si le sol est longtemps humide (cas très rare).



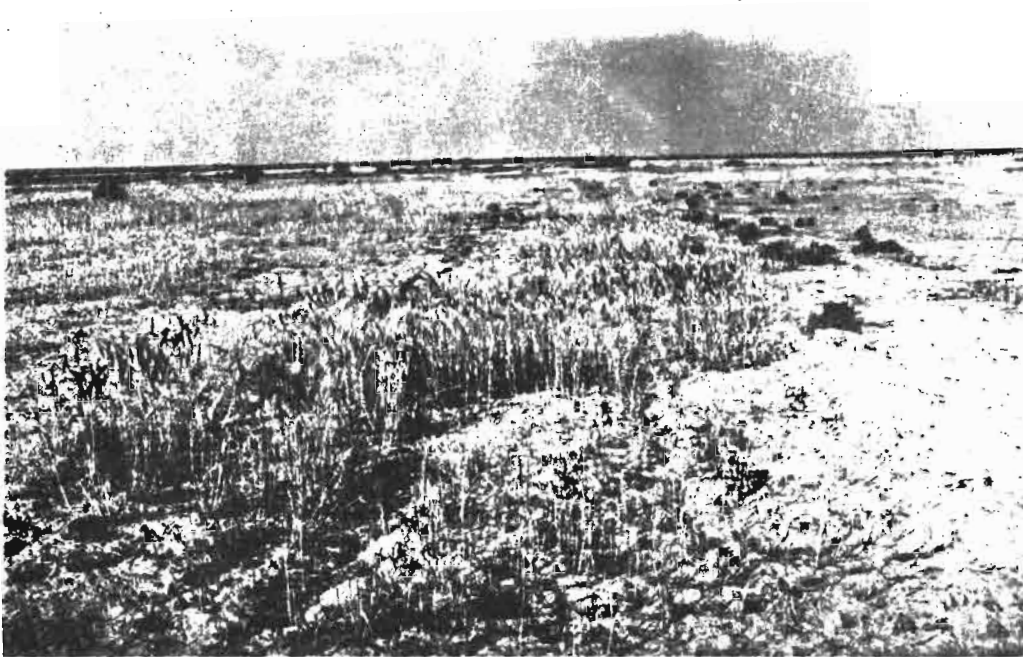
Au Telmam nous avons relevé 3 périodes de semis différentes : Semis d'octobre après une pluie de 18 mm en fin septembre, semis de novembre-décembre après une grosse pluie de 40,0 mm de fin novembre et enfin semis de janvier après le 10 du mois, suite à une pluie de 25 mm. Une analyse de variance a été effectuée sur la culture d'orge (rapport de stage IRA de Mohamed ABDELMAJID, 1978). Elle a montré que le semis de septembre a donné de moins bons résultats en ce qui concerne la matière sèche totale produite. Ceci n'est pas déterminant pour la production en grains qui, pour cette année, n'est pas bonne car les pluies du mois de mai sont trop tardives pour l'orge.

Le semis tardif de janvier n'est pas un handicap pour la production en grain comme en paille.

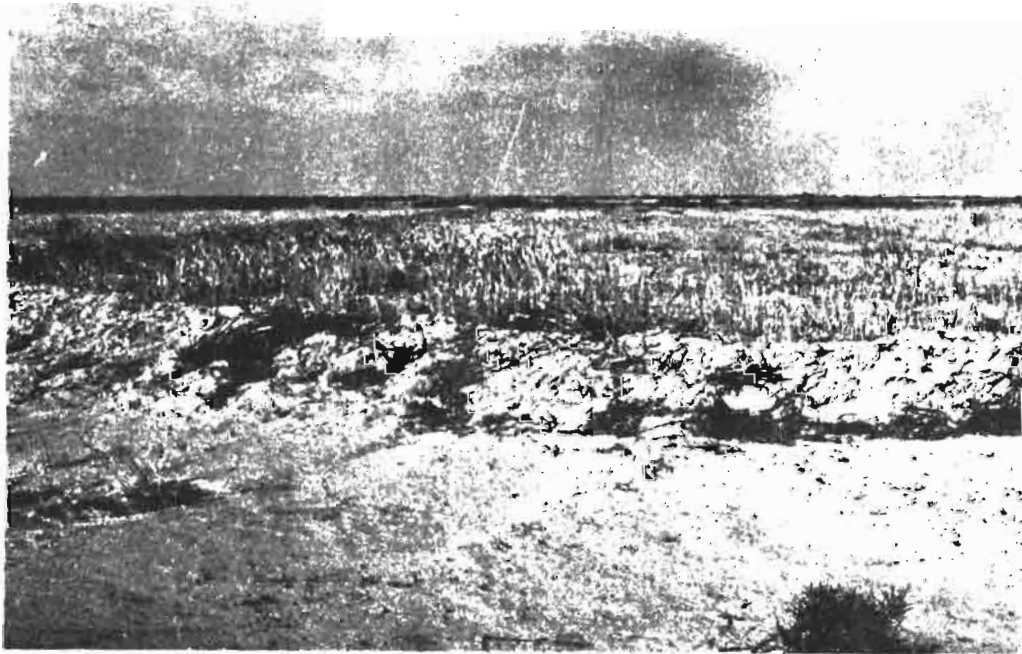
Les dates de semis pour Ouled Mansour sont plus groupées et sont situées dans la bonne période d'octobre à novembre. Seul l'intervalle entre les dates de la pluie décisive et le semis serait intéressant à examiner. Mais cette variable aurait nécessité des observations directes de semis que nous n'avons pas pu réaliser cette année là car les travaux de terrain ont commencé seulement en début 1978.

#### 253.4 Entretien et Récolte

Aucun entretien n'est effectué sur les cultures sauf l'enlèvement sélectif d'adventices au printemps, pour l'alimentation du troupeau ovin et caprin. La récolte s'effectue à la main par arrachage du pied ou par coupe à la faucille quand le pied est solidement ancré en terre plus argileuse. Dans les bonnes années donnant des productions importantes, la main d'oeuvre familiale ne suffit pas pour la récolte; alors l'agriculteur offre la moitié des grains à celui qui peut se charger de



Régime RH2 : La végétation sur les bordures de contact entre la partie cultivée et l'impluvium est toujours la meilleure. La largeur de la bande ne dépasse guère 5 à 6 mètres.



Régime RH2 : La végétation marque les parties situées contre tabia, là où il y a eu accumulation et infiltration d'eau.

l'opération.

Le pied entier avec son épi est mis en botte et transporté à l'aire de battage où un tracteur, par ses pneus, écrase les épis et casse la paille. Les graines sont ensuite ramassées par balayage de l'aire et séparées des cailloux et de la terre. Ce dernier travail est effectué par les femmes.

#### 253.5 Analyse du rendement du blé en fonction des régimes hydriques.

A partir des fiches de suivi parcellaire et des types d'approvisionnement hydrique nous avons classé nos parcelles en trois types de régime hydrique comme décrit au paragraphe 233.1. Nous obtenons ainsi les tableaux 253.5.a à 253.5.d donnant les valeurs des principales variables retenues ;

- 1 = densité en nombre de pieds au m<sup>2</sup> par comptage à la récolte sur une surface d'un cercle de rayon d'environ 1,20 m
- 2 = Nombre de talles ayant monté par pied provenant du comptage sur le terrain au moment de la récolte.
- 3 = Nombre total de talles herbacées et ayant monté, par pied provenant de comptage sur les champs au moment de la récolte; il s'agit donc d'une sous-estimation de cette variable.
- 4 = NE = Nombre d'épis au m<sup>2</sup> par comptage d'épis au laboratoire au moment de la préparation de l'échantillon.
- 5 = Nombre d'épiochons au m<sup>2</sup> déterminé au moment du dépouillement de laboratoire. Etant considéré comme épiochon un épi de longueur inférieure ou égale à 6 cm.

Tableau 253.5.a Culture du blé dur à Ouled Mansour, 1977-1978.

## Régime hydrique RH1

Références		VARIABLES										
Parcelle	Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
64.1	1	20,8	3,0	4,1	46,8	0	18,1	26,4	50,5	1235	0,49	625
	2	29,0	2,8	3,8	60,0	0	19,0	27,1	47,5	1626	0,51	772
	3	42,7	4,2	5,8	88,0	ε	17,0	22,7	47,5	1997	0,53	951
	4	20,2	3,3	4,7	41,9	0	17,7	20,6	45,5	863	0,50	393
65.4	1	23,4	2,5	3,4	70,7	ε	18,7	20,7	51,5	1463	0,40	753
	2	27,7	3,6	4,5	58,2	ε	21,4	26,2	49,5	1524	0,52	755
	3	44,2	1,1	2,5	103,7	1,6	17,6	20,0	47,5	2074	0,56	989
	4	54,6	2,9	5,8	85,7	ε	17,4	12,8	37,2	1096	0,38	410
15.1	3	35,5	1,4	2,2	42,9	0	15,7	19,3	43,0	828	-	357
69.1	1	31,1	1,2	2,1	40,7	0,2	17,2	24,9	48,0	1013	0,54	486
	3	20,4	2,5	3,2	52,2	0	20,0	24,2	48,0	1264	0,47	606
Moyenne		31,8	2,59	3,83	62,8	ε	18,16	22,26	46,88	1362,09	0,49	645,10
Ecart-type		11,3	1,0	1,30	21,5	-	1,56	4,19	3,94	420,56	0,06	219,26

Tableau 253.5.b Culture du blé à Ouled Mansour, 1977-1978

## Régime hydrique RH2

Références		VARIABLES										
Parcelle	Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
76.1	1	54,0	1,1	1,5	75,2	0,2	14,8	15,7	45,5	1180	0,69	536
64,3	1	26,3	3,7	5,1	56,7	1,1	15,7	10,6	47,7	601	0,30	288
57.2	1	46,8	1,1	1,3	65,3	1,1	18,5	17,9	38,7	1170	0,58	452
	2	65,3	1,3	1,6	78,9	1,6	14,9	21,2	38,7	1673	0,56	650
15.1	4	28,1	2,0	2,4	46,4	0,5	17,1	19,7	41,2	914	0,46	377
67.1	1	21,2	5,3	6,3	109,4	2,6	15,9	16,7	20,2	1742	0,44	352
	2	80,0	1,0	1,8	90,7	2,3	11,1	8,7	25,0	769	0,44	198
69.1	2	34,8	3,2	3,9	113,9	0,9	18,1	17,4	30,5	1982	0,59	605
	3	38,9	3,3	4,3	78,3	0	15,7	7,5	47,0	587	0,29	276
74	2	34,0	4,4	5,8	120,6	0	15,1	17,0	25,5	2050	0,44	525
		34,0	4,4	5,8	88,9	14,2	13,4	18,6	27,7	-	0,60	458
Moyenne		42,1	2,8	3,62	84,0	2,23	15,48	15,5	31,15	1311,4	0,49	428,82
Ecart-type		17,9	1,56	1,95	23,6	4,06	2,08	4,5	13,7	546,3	0,13	143,9

Tableau 253.5.c Culture du blé à Ouled Mansour, 1977-1978

## Régime hydrique RH3

Références		VARIABLES										
Parcelle	Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
76.1	2	40,3	1,2	2,1	43,1	1,8	16,2	16,4	46,0	707	0,62	325
58,2	1	18,1	1,4	2,1	18,5	2,2	14,5	9,0	20,5	166	0,40	34
	2	11,7	0,8	1,5	12,0	0,5	16,0	-	-	-	-	-
	3	16,1	2,1	3,3	23,6	1,0	18,7	24,3	53,7	573	0,57	308
	4	13,9	2,1	2,8	22,6	1,2	15,0	20,1	26,2	454	0,40	119
64.3	2	21,1	1,7	3,4	19,1	0,9	15,5	9,9	26,0	189	0,31	49
15.1	1	-	0,2	1,7	10,0	0	9,7	10,9	19,2	109	0,30	21
69.1	1	17,7	0,6	1,7	12,6	0	12,6	10,0	21,2	126	0,44	20
	4	31,7	1,3	2,5	23,9	1,3	14,9	13,1	19,0	313	0,47	59
70.1	2	34,9	1,0	1,4	23,9	2,2	10,9	12,0	35,7	287	0,46	103
	4	22,0	0,8	2,4	16,5	1,7	16,7	14,3	36,2	236	0,58	86
73.1	1	11,7	1,5	3,7	7,8	0,9	13,7	-	-	-	0,41	4
	2	7,6	0,9	2,8	4,9	0,2	14,3	-	-	-	-	15
	4	15,3	1,5	3,6	15,6	1,6	18,6	10,7	26,5	167	0,45	44
74	1	28,3	2,3	3,5	58,2	3,1	14,0	16,4	22,7	954	0,56	216
Moyenne		20,74	1,29	2,57	20,82	1,24	14,75	13,9	29,4	356	0,46	101
Ecart-type		9,66	0,60	0,80	13,79	0,88	2,47	4,7	11,2	264,9	0,10	106,25

Tableau 253.5.d Culture du blé dur au Telmam, 1977-1978

## Régime hydrique 3

Référence		VARIABLES													
Parcelle	Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3.1	1	2,3	2,6	4,8	5,8	0	15,7	16,2	-	-	0,54	27	90		
	2	11,3	3,2	6,3	21,8	0,8	15,6	18,3	34,2	399	0,64	137	293		
	3	13,4	1,0	1,2	16,2	0,7	14,9	9,8	-	-	0,41	32	102		
4.3	1	4,2	1,5	2,9	10,5	0	19,2	14,9	-	156	0,32	34			
	2	3,4	3,6	7,1	12,8	1,1	15,6	4,7	-	-	0,17	17			
	3	2,4	1,3	4,0	3,6	0	18,3	-	-	-	-	21			
5.2	1	13,4	5,1	10,1	58,6	0,3	17,7	18,6	21,5	1089	0,55	235	1926	175	2336
	2	15,0	3,5	6,2	57,9	0,9	15,6	16,3	20,7	944	0,47	195	1140	302	1637
9.7	1	2,8	4,1	7,0	9,9	0,5	22,1	29,7	36,0	294	0,66	106	284		
	2	3,2	2,3	6,3	4,9	0	13,3	19,6	-	-	0,66	29	153		
	3	0,9	15,0	19,7	14,4	0	22,6	18,6	36,2	268	0,51	97	272		
9.9	1	5,2	3,2	5,4	7,5	0,0	16,8	12,0	-	-	0,63	26	263		
	2	3,0	4,8	7,9	13,2	0,9	18,9	14,0	-	-	0,38	45	379		
	3	7,4	4,4	9,2	14,2	0,8	16,0	22,4	26,2	318	0,58	83	271		
	4	1,3	5,0	7,9	13,2	0,0	21,9	21,2	29,7	280	0,52	83	416		
9.7	1	3,7	19,3	21,8	29,4	0	23,6	30,8	36,2	905	0,63	328	-		
11.2	1	50,0	2,6	3,9	91,0	0	15,5	19,4	19,7	946	0,35	188	1092		
	2	15,0	3,8	6,3	57,8	1,1	16,2	18,3	23,2	1057	0,44	245	818		
	3	10,1	3,4	4,9	31,4	0	18,6	14,5	26,7	455	0,47	122	476		
	4	23,8	3,1	5,0	51,4	1,2	10,3	12,0	21,2	617	0,39	131			

Tableau 253.5.d Suite

Référence		VARIABLES													
Parcel- le	Sta- tion	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
15.1	1	5,3	7,1	7,9	16,1	1,3	21,4	25,1	36,7	404	0,65	288	683	555	1526
	2	4,1	9,0	15,6	41,5	0	12,9	12,7	29,7	527	0,39	157	523	739	1419
17.1	1	5,2	1,2	2,1	7,9	0,6	16,5	25,7	55,5	203	0,61	113	275		
	2	7,9	2,2	3,2	11,5	0,3	18,5	21,4	50,2	246	0,62	124	462		
18.1	1	13,8	4,3	5,9	56,5	1,0	16,5	21,1	34,0	1234	0,63	419	997	230	1546
18.2	1	5,5	1,2	3,4	6,9	0	17,6	9,6	-	-	0,52	17	90		
	2	5,3	2,2	4,3	12,4	0,8	18,4	21,5	30,2	267	0,60	81	240		
	3	2,9	2,7	6,8	7,8	0	20,2	20,8	-	-	0,46	42	201		
	4	6,7	2,9	6,1	25,0	0,0	18,7	14,3	27,0	357	0,51	96	514		
19.1	1	9,0	1,3	2,2	12,0	0,9	14,8	13,8	-	-	0,37	41	363		
	2	11,0	0,9	1,4	15,4	0,7	15,1	16,5	26,5	254	0,47	67	361		
	3	5,6	2,1	3,4	10,3	1,2	18,1	18,9	-	-	0,60	51	340		
	4	9,7	2,2	3,9	24,1	0,5	20,6	28,5	37,5	607	0,62	248	443		
19.2	1	19,0	1,6	2,8	21,9	0,2	20,1	18,4	32,0	403	0,56	129	723		
	2	12,7	1,1	1,7	14,1	1,9	18,8	27,2	31,5	383	0,55	124	649		
	3	-	2,8	4,4	40,4	0	-	13,7	28,5	553	0,40	153	373		
20.2	1	13,4	2,8	5,2	34,4	1,6	17,4	21,9	26,7	631	0,56	185	622	0	707
	2	5,1	2,7	5,1	25,5	0	-	-	-	-	0,56	132	393		
	3	5,3	1,8	4,1	9,2	1,3	14,1	17,2	-	-	0,47	50	103	0	173
	4	9,8	1,9	5,7	21,8	1,2	13,1	19,4	26,5	578	0,58	153	437	0	652



Tableau 253.5.d Suite 2

Référence		VARIABLES													
Parcelle	Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
25.3	1	15,2	2,6	5,9	49,7	1,8	16,6	20,0	30,0	994	0,61	299	502	0	601
	2	13,9	4,1	8,7	36,3	2,1	17,9	19,7	35,7	715	0,59	255	400		655
	3	16,8	1,9	4,0	28,9	1,0	9,5	14,0	26,5	404	0,32	103	254	0	412
	4	11,4	5,1	9,8	40,8	1,8	18,0	16,5	26,0	673	0,56	175	300	0	555
25.4	1	17,5	1,6	3,3	39,0	0,7	14,7	17,3	25,7	675	0,56	174	270		
	2	42,6	1,1	2,2	71,0	1,1	11,2	15,5	23,5	1000	0,60	259	370	0	567
	3	23,8	2,0	4,8	30,8	1,9	17,4	16,7	23,5	514	0,55	172	220	0	350
	4	24,5	3,4	5,2	62,8	1,3	13,0	15,6	17,5	13	0,52	100	100	0	1679
25.5	1	7,6	4,3	6,8	31,8	0,6	11,0	21,2	10,5	674	0,60	100	11	0	613
	2	15,8	1,9	3,1	35,3	0,8	9,2	15,7	23,3	554	0,50	108	15	0	524
	3	20,3	1,6	3,5	63,1	0,3	15,8	19,3	23,7	218	0,50	150	10	0	1103
	4	14,5	1,9	3,5	28,9	2,6	17,6	14,3	23,0	413	0,40	95	100		
9.8	1	2,0	7,4	10,3	16,2	0,8	18,9	25,4	30,7	411	0,58	127			
	2	2,1	3,5	7,6	3,9	0	17,8	23,1	-	-	0,52	27			
	3	5,4	4,7	8,3	14,2	0,4	12,2	0,9	-	-	0,32	31			
	4	6,5	6,3	13,3	8,7	0	14,0	-	-	-					
<b>Moyenne</b>		10,67	3,6	6,1	34,7	0,7	14,2	16,3	20,70	630,6	0,52	172	210		567,94
<b>Ecart type</b>		9,37	3,2	4,0	22,6	0,7	3,15	5,6	7,31	170,5	0,11	109,0	110		500,24

- 6 = Nombre d'épillets par épi, par comptage sur 10 épis prélevés d'une façon aliquote de l'échantillon total des épis.
- 7 = Nombre de grains par épi déterminé par calcul
- $$(7) = \frac{(11)}{(8) \times (4)} = \frac{\text{Poids de grains}}{\text{Poids d'un grain} \times \text{Nombre d'épis au m}^2}$$
- 8 = Poids de 1000 grains déterminé par comptage de 400 grains et de pesée de ces 400 grains
- 9 = NG = Nombre de grains au m<sup>2</sup> =  $\frac{\text{Poids de grains au m}^2}{\text{Poids d'un grain}}$
- 10 = Proportion poids de grains par poids d'épi de l'échantillon prélevé.
- 11 = Rendement en grains exprimé en kg/ha
- 12 = Rendement en paille exprimé en kg/ha
- 13 = Rendement en adventices exprimé en kg/ha
- 14 = Rendement en matière sèche totale (11) + (12) + (13).

Les résultats des analyses de variance variable par variable donnent le tableau suivant:

N° Variables		RH1 OM.	RH2 OM.	RH3 OM.	RH3 T	Valeur de F	Test statistique	ppds entre deux moyennes																																						
9	Moyenne	1362	1370	356	494	26,8	HS	353 (n <sub>1</sub> = n <sub>2</sub> = 11)																																						
	n	11	11	12	50				8	Moyenne	46,9	31,1	29,4	29,7	11,4	HS	8,0 (n <sub>1</sub> = n <sub>2</sub> = 11)	n	11	11	12	39	11	Moyenne	645,18	428,82	101,0	142,3	58,7	HS	117 (n <sub>1</sub> = n <sub>2</sub> = 11)	n	11	11	14	55	6	Moyenne	18,16	15,5	14,75	16,82	3,8	S	1,89 (n <sub>1</sub> = 11, n <sub>2</sub> = 54)	n
8	Moyenne	46,9	31,1	29,4	29,7	11,4	HS	8,0 (n <sub>1</sub> = n <sub>2</sub> = 11)																																						
	n	11	11	12	39				11	Moyenne	645,18	428,82	101,0	142,3	58,7	HS	117 (n <sub>1</sub> = n <sub>2</sub> = 11)	n	11	11	14	55	6	Moyenne	18,16	15,5	14,75	16,82	3,8	S	1,89 (n <sub>1</sub> = 11, n <sub>2</sub> = 54)	n	11	11	15	54										
11	Moyenne	645,18	428,82	101,0	142,3	58,7	HS	117 (n <sub>1</sub> = n <sub>2</sub> = 11)																																						
	n	11	11	14	55				6	Moyenne	18,16	15,5	14,75	16,82	3,8	S	1,89 (n <sub>1</sub> = 11, n <sub>2</sub> = 54)	n	11	11	15	54																								
6	Moyenne	18,16	15,5	14,75	16,82	3,8	S	1,89 (n <sub>1</sub> = 11, n <sub>2</sub> = 54)																																						
	n	11	11	15	54																																									

HS significatif au seuil de 0,01

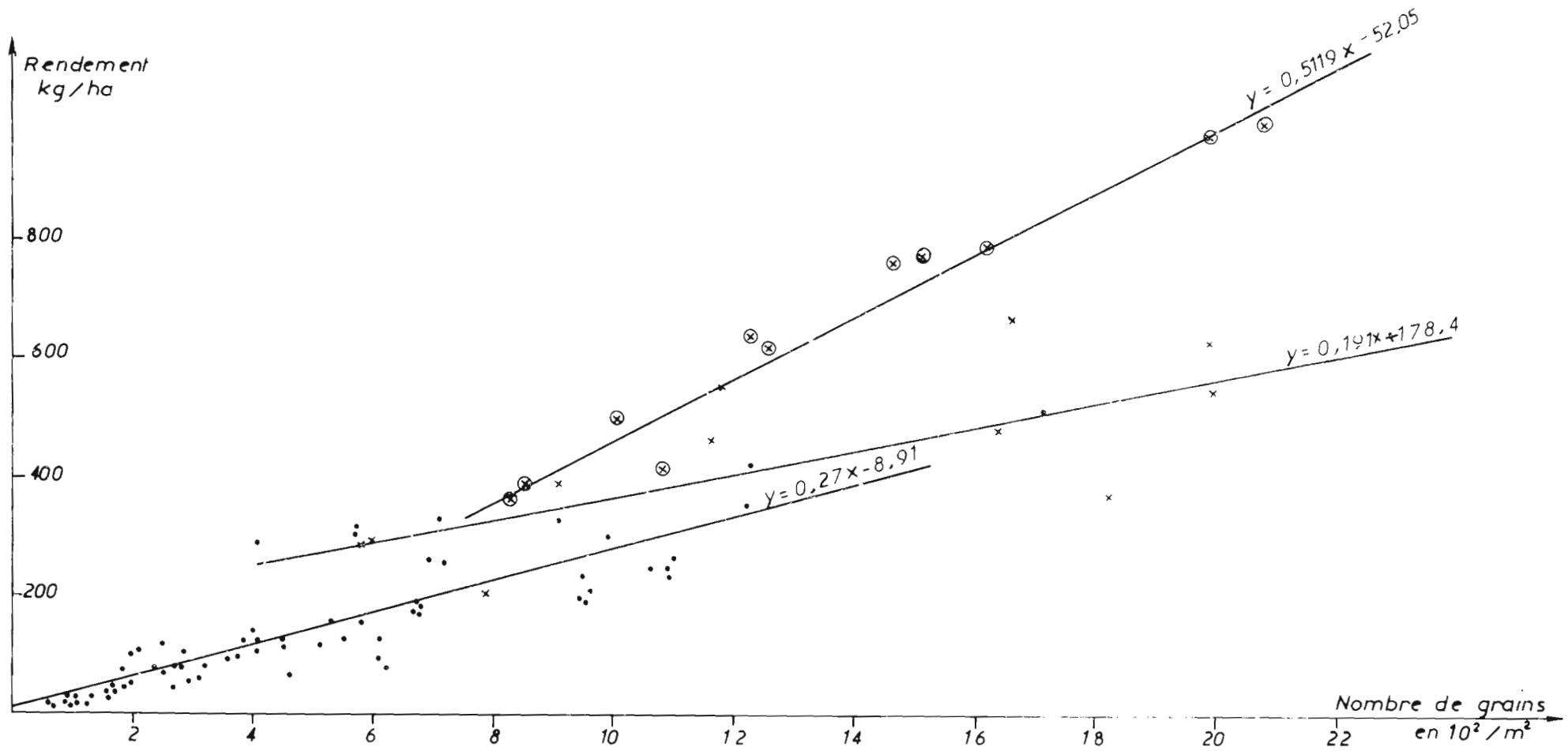
S significatif au seuil de 0,05

Nous voyons que les régimes hydriques différencient très nettement le régime à bon approvisionnement RH1 des autres pour le rendement en grains comme pour chacune de ses composantes, le nombre de grains et le poids de 1000 grains. Ce dernier est à un niveau élevé pour le bon régime hydrique RH1 avec la valeur moyenne de 47 g. Son rendement en grains est en moyenne de 645 kg à l'ha, le maximum rencontré a été de 990 kg/ha. Mais rappelons nous qu'il s'agit de rendement biologique ne portant que sur une station de 4,5 m<sup>2</sup>. La superficie correspondant à ce type de régime hydrique est faible. Par ailleurs quand la parcelle est bien approvisionnée en eau, il se pose deux problèmes importants : la concurrence avec les mauvaises herbes et la prolifération des maladies cryptogamiques.

Le rendement en régime hydrique 2 avec aménagement de tabia ou profitant de micro-relief favorable est en moyenne de 430 kg/ha; ce qui n'est pas négligeable pour Ouled Mansour et pour cette année en dessous de l'année pluviométrique moyenne. Ce rendement est obtenu avec un poids de grains moyen et un nombre de grains au m<sup>2</sup> élevé, ce qui correspond à un automne-hiver bien garni en eau et un printemps relativement sec: les pluies d'automne de Zougrata peuvent laisser voir des possibilités de ruissellement d'eau concentrée ensuite dans ces parcelles à régime hydrique du type RH2. Les pluies de printemps sont trop faibles et n'auraient pas provoqué de ruissellement.

Le rendement en régime hydrique 3, sans apport d'eau supplémentaire, ne pouvant être alimenté que par l'eau de pluie, est faible ou nul. La moyenne de 100 kg/ha atteste cet état et beaucoup d'agriculteurs ne récoltent pas ces parcelles. La paille sert alors aux moutons. Si nous considérons le nombre d'épillets par épi, l'analyse de variance montre

Graph. 233. 6- Rendement et nombre de grains au m<sup>2</sup>



- ⊗ Régime hydrique RH1
- × Régime hydrique RH2
- Régime hydrique RH3

un effet significatif et la différence entre les deux moyennes correspondant au même type de régime hydrique 3 avec l'une de Ouled Mansour et l'autre de Telmam est significative, elle rend compte des différences de pluies tombées au Telmam (54 mm en janvier, février période de fabrication des sites futurs des graines entre fin tallage et début montaison) et à Zougrata (21 mm pour la même période).

### 253.6 Le rendement et ses principales composantes

L'analyse de variance permet ainsi d'homogénéiser les groupes de données, l'étude des relations entre le rendement et ses principales composantes s'en trouve amélioré. Le graphique 233.6 nous montre un ajustement plus précis du nuage de points quand nous abordons séparément les 3 régimes hydriques.

Tableau 233.6 Relation linéaire entre le rendement et ses composantes

Régime hydrique	Régression linéaire R (var.11) x NG (var.9) R en kg/ha et NG en nombre par m <sup>2</sup>	Coefficient de corrélation R x NG	Coefficient de corrélation R x PG (var.8)	Nombre de données
RH1	$R = 0,5119NG - 52,05$	0,982	0,545	11
RH2	$R = 0,191NG + 178,4$	0,7275	-0,027	9
RH3	$R = 0,27NG + 8,91$	0,928	0,1823	53

Nous voyons que le rendement est significativement lié au nombre de grains au m<sup>2</sup>, par contre sa liaison linéaire avec le poids d'un grain n'est pas détectable sauf peut-être (seuil de 0,10) pour le régime hydrique RH1 où l'eau n'est pas le facteur limitant le plus sévère. En conditions sèches de printemps quand la plante souffre de sécheresse, ce qui

est le cas le plus fréquent, les variations de rendement ne peuvent être imputables au poids unitaire de grains qui reste alors faible. L'étude de l'existence de cette liaison nous permet, dans les conditions où le principal facteur de variation est la disponibilité en eau, de nous rendre compte si la plante a souffert de sécheresse dans sa phase de grossissement de la graine.

Constatant que la composante nombre de grains au m<sup>2</sup> est le principal facteur de variation du rendement, nous pouvons l'étudier vis à vis des autres variables, celles qui concernent surtout les caractéristiques de la plante comme par exemple le nombre de talles ayant monté par pied (variable 2), le nombre d'épillets par épi (variable 6) ou le nombre de graines par épi (variable 7) ou enfin le rapport poids de grains d'un épi et poids de l'épi (variable 10)

#### 25.4 Conclusions

Avant toute action en milieu agricole, il y a lieu de le connaître. La méthode du suivi agronomique, par sa nécessité méthodologique de contact avec le réel de la pratique agricole permet de décrire tout d'abord le milieu physique dans lequel on se trouve et l'utilisation qu'en fait l'agriculteur. Il permet d'acquérir rapidement des données de références, de hiérarchiser les principales variables responsables des écarts de rendements observés et souvent de proposer des voies d'amélioration possible. Il formule des questions issues du milieu observé pour les études rapides ou des recherches à plus long terme. Ainsi l'existence du fond de travail laissé par le polydisque qui gêne le développement du système racinaire et l'infiltration de l'eau est mise à l'étude en expérimentation, en relation avec les techniques de travail du sol pratiquées en arido-culture par ailleurs, de même le problème de la réussite du semis est posé et mis en expérimentation.

L'influence des régimes d'approvisionnement en eau des parcelles est décisive. Ainsi les apports d'eau supplémentaire par des tabia et seguia amène une amélioration du rendement en grains le faisant passer de 1 quintal à plus de 4 quintaux à l'ha, en cette année à pluviométrie plus faible que la moyenne.

Les pluies d'hiver semblent être responsables du nombre de grains au m<sup>2</sup>. Cette composante du rendement explique, pour l'essentiel, les écarts de rendements observés.

Le contrôle des périodes pluviales par les relevés pluviométriques aux emplacements des parcelles suivies ainsi que celui des variations concomitantes de stock d'eau dans le sol permettront de mieux préciser l'influence du régime pluvial sur l'élaboration du rendement, en particulier sur les composantes de rendement.

Le handicap sérieux rencontré par la méthode est la récolte des données : a priori la précision des mesures est difficile à fixer. Il faut procéder par approximation successive d'une campagne à l'autre sur le terrain, donc il faut une certaine permanence des équipes. Pour étudier, par exemple, l'évolution de la structure d'un peuplement végétal, on ne sait pas actuellement décrire les états du milieu à des échelles de temps et d'espace du même ordre de grandeur que celles qui doivent être appliquées au peuplement végétal.

### 3. EXPERIMENTATION

#### 3.1 LES TROIS CAMPAGNES D'ESSAIS AGRONOMIQUES

Parallèlement au déroulement du suivi sur le milieu réel de la pratique agricole dans les zones de Ouled Mansour et du Telmam El Meida, des essais agronomiques sont menés à la station d'étude hydrologique de bassin versant de l'oued Zita, au lieu dit "Citerne Telmam".

Une première campagne d'essai sur la culture du blé dur de variété locale indéterminée avec la technique traditionnelle couramment employée sur deux parcelles, l'une labourée avant les pluies d'automne et l'autre après. Les résultats ont montré que pour les rendements en grains la variation intraparcellaire est très importante et que pour dégager les éventuelles différences induites par un traitement il faut un nombre suffisant de répétitions. De plus, la dimension des placettes de prélèvement pour la détermination au laboratoire doit être de dimension assez grande (supérieure à plusieurs m<sup>2</sup>). Par ailleurs des analyses de terre ont été effectuées sur les parcelles du glacis moyen comme sur celles de la zone d'épandage. Les résultats de cette première campagne d'essai uniforme peuvent servir de facteur de covariance pour améliorer la précision des comparaisons de traitements lors de la campagne suivante.

La deuxième campagne d'essai portait sur le travail du sol et la dynamique de l'eau, le blé dur étant la plante test. Pour cette année là la pluviométrie d'automne a permis le semis et la mise en place des essais malgré le manque d'appareils agricoles tel que le chisel mais la longue période de sécheresse de plus de 110 jours a rendu l'interprétation des résultats délicate et difficile.



La troisième campagne a pu se réaliser dans de bonnes conditions **mais** très tardivement car les pluies permettant le semis ne sont arrivées que le 27 février 1980.

### 3.2 LES PROBLEMES POSES

Le suivi en milieu paysan a montré l'existence d'une zone de compaction située entre 8 et 15 cm de profondeur gênant le développement des racines et l'infiltration de l'eau donc limitant la réserve d'eau utile pour la plante. Il a mis également en évidence l'existence généralisée d'une pellicule de battance sur les terres sablo-limoneuses, celle-ci se forme très rapidement après les pluies d'automne. Il a finalement montré une répartition des graines au hasard due au retournement des mottes par la déchaumeuse polydisque, entre 0 et 13 cm de profondeur.

Les essais agronomiques que nous avons mis en place au Telmam visent à apporter des éléments de solution de ces problèmes.

### 3.3 PROTOCOLE EXPERIMENTAL

#### 33.1 Les traitements

En 1978-1979 trois traitements ont été mis en comparaison.

$T_0$  = Traitement témoin avec semis à la volée suivi d'un passage de déchaumeuse polydisque.

$T_1$  = Un passage de cultivateur canadien à dents

Un passage de herse légère

Semis à la volée

Un passage de herse légère

T'<sub>1</sub> = Un passage de cultivateur canadien  
 Semis à la volée  
 Un passage de herse légère

T<sub>2</sub> = Deux passages de cultivateur canadien  
 Un passage de herse légère  
 Semis à la volée  
 Un passage de herse légère

T'<sub>2</sub> = Deux passages de cultivateur canadien  
 Semis à la volée  
 Un passage de herse légère

En 1979-1980 trois traitements ont été également mis en comparaison

T<sub>0</sub> = Témoin avec semis à la volée suivi d'un passage de déchaumeuse

T<sub>1</sub> = Un passage de canadien avec variantes avant et après pluie  
 d'automne  
 Un passage de herse légère  
 Semis en lignes avec variantes avant et après pluie d'automne

T'<sub>1</sub> = Un passage de canadien  
 Semis à la volée  
 Un passage de herse

T<sub>2</sub> = Un passage de chisel avant ou après pluie d'automne  
 Un passage de herse légère  
 Semis en lignes avant ou après pluie d'automne

T'<sub>2</sub> = Un passage de chisel  
 Semis à la volée  
 Un passage de herse

Les questions posées ont été les suivantes:

1°) Concernant le travail du sol :

Y-a-t-il approfondissement de l'horizon exploré par les racines par le chisel, appareil à dents puissant pouvant pénétrer profondément le sol?

Y-a-t-il destruction du fond compacté laissé par le travail de la déchaumeuse polydisque par les appareils à dents, l'un léger qui est le cultivateur canadien travaillant superficiellement, l'autre plus puissant qui est le chisel pouvant fouiller profondément le sol et, en conditions sèches, éclater les grosses mottes de terre?

2°) Concernant le bilan hydrique :

Y-a-t-il meilleure pénétration de l'eau dans le sol par le travail du chisel effectué avant ou après les pluies utiles permettant le semis (pluies d'automne en général) par rapport au travail habituellement effectué avec la déchaumeuse polydisque?

3°) Concernant la réussite du semis :

Le semis en lignes avec un semoir localisant précisément la graine à une profondeur donnée (5 à 6 cm) permet-il une meilleure levée par rapport au semis à la volée suivi d'un enfouissement de la graine par le polydisque?

Le semis en sec effectué avant les pluies permet-il à la graine en place de mieux profiter de l'humidité qui vient pour germer et sortir rapidement de terre afin d'avoir le cycle végétatif le plus long possible?

Les moyens limités disponibles en matériel de travail du sol comme en personnel ne nous ont pas permis de réaliser tous les traitements prévus dans les meilleures conditions.

En 1978-1979 le semoir n'a pas pu être livré à temps, le semis à faible profondeur a été obtenu avec le hersage après semis à la volée. Le chisel n'ayant pu être trouvé dans le Sud, son travail a été remplacé par deux passages de canadien. C'est seulement en 1979-1980 que nous avons pu disposer du semoir et du chisel, mais pour cette campagne la pluviométrie d'automne n'a pas permis de commencer les travaux, seules les pluies de fin février 1980 ont permis d'engager, dans des conditions limites, les travaux et le semis, sans espoir de récolte de grains.

### 33.2 Le dispositif expérimental

Nous disposons de deux situations différentes au point de vue approvisionnement hydrique : une première parcelle de 4 ha environ en moyen glacis à pente douce ne recevant que l'eau de pluie sans autre apport dû à des aménagements de petite hydraulique, une deuxième parcelle d'environ 1 ha en zone d'épandage où l'eau de l'Oued Zita s'étale sortant de son lit. Ici nous devons distinguer deux situations hydriques différentes : la partie inondée par l'eau de l'oued lors de ses crues et la partie d'interfluve plus ou moins touchée par l'étalement de cette eau selon l'intensité des pluies.

La première parcelle est divisée en 4 blocs, chacun de 3 parcelles élémentaires subdivisées éventuellement en deux. Chaque bloc reçoit 5 traitements et chaque traitement peut être répété quatre fois.

Le schéma de la disposition des traitements dans les blocs est

Fig. 3.2 a - Schéma de la disposition des traitements en zone de glacis du TELMAM

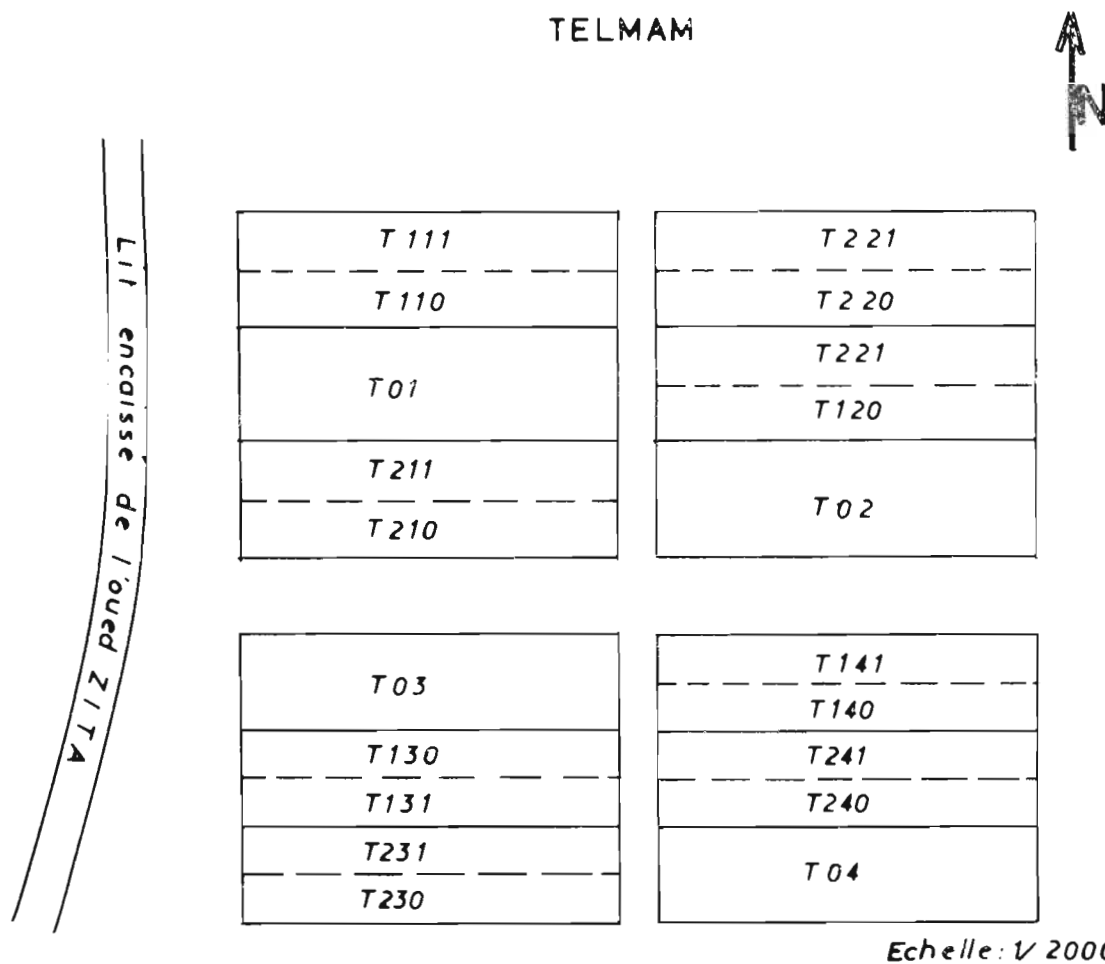


Fig. 33.2b - Schéma de la disposition des traitements en zone d'épandage du TELMAM

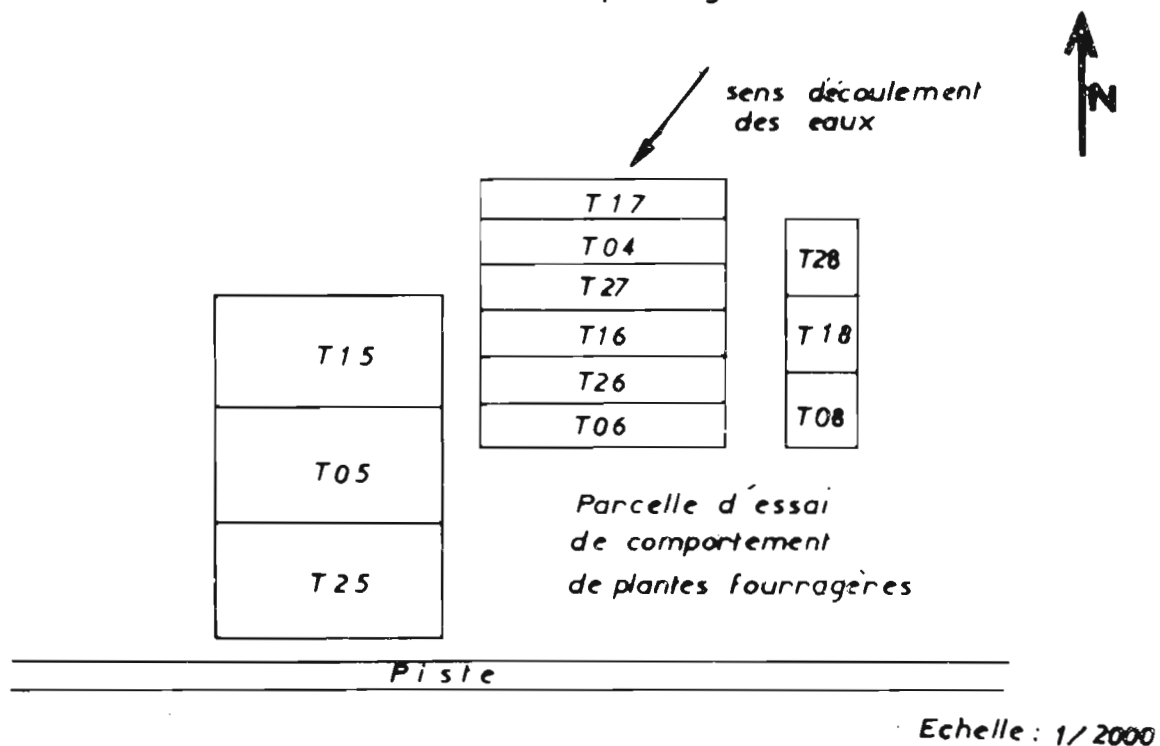


Fig. 3.2c - Caractérisation des traitements soumis à l'essai en 1979-80 au Telmam

Mode de travaux	Polydisque								Canadien								Chisel											
Epoque de travaux	AV				AP				AV				AP				AV				AP							
mode de semis	V		L		V		L		V		L		V		L		V		L		V		L					
Epoque de semis	Av	Ap	Av	Ap	Av	Ap	Av	Ap	Av	Ap	Av	Ap	Av	Ap	Av	Ap	Av	Ap	Av	Ap	Av	Ap	Av	Ap				
Bloc 1						T01					T110				T111				T210								T211	
Bloc 2						T02					T120				T121				T220								T221	
Bloc 3	T03								T130		T131								T23									
Bloc 4						T04					T140				T141								T240				T241	
Bloc 5						T05					T15								T25									
Bloc 6 zone d'épandage						T06									T16													
Bloc 7 zone d'épandage						T07					T17								T27									
Bloc 8						T08					T18								T28									

59 B1

AV = Avant les pluies d'automne efficaces pour le semis soit entre le 8 et le 12.10.1979  
 Ap = Apres les pluies d'automne efficaces pour le semis soit entre le 1<sup>er</sup> et le 3.3.1980  
 sauf pour la zone d'épandage où les travaux ont été effectués le 5.3.1980  
 V = Semis à la volée  
 L = Semis en ligne avec le semoir EBRA à roue plombeuse

donné par les figures 332.a et 332.b. Le premier indice du traitement indique le mode de travail du sol, le deuxième indice indique le numéro du bloc qui varie de 1 à 8 : les blocs de 1 à 4 sont dans la zone de moyen glacis, les blocs 6 et 7 sont dans la zone occupée par le lit d'oued et les blocs 5 et 8 sont en interfluve; le 3<sup>e</sup> indice indique le mode de semis : 0 pour le semis à la volée et 1 pour le semis en lignes avec un semoir EBRA à roue plombeuse. En 1979-1980 les traitements sont légèrement différents : le premier indice indique toujours le mode de travail du sol tel qu'indiqué dans le paragraphe 3.1, le 2<sup>e</sup> indice indique toujours le bloc et le 3<sup>e</sup> indice indique la position de la date de semis par rapport aux pluies d'automne et pour cette année 1979-1980 par rapport aux pluies de printemps puisque celles d'automne ont été trop faibles pour permettre la mise en place des cultures. La figure 33.2.c précise les traitements des différents blocs. Nous pouvons avoir les comparaisons particulières suivantes :

332.1 Travail effectué avant ou après les pluies d'automne :

Pour le chisel

	Avant	Après
Régime hydrique 3 Moyen glacis	T <sub>23</sub> T <sub>25</sub> T <sub>28</sub>	T <sub>211</sub> T <sub>221</sub> T <sub>241</sub>
Régime hydrique 2 Zone d'épandage	T 27	T <sub>26</sub>

Pour le canadien

	Avant	Après
Régime hydrique 3 Moyen glacis	T <sub>120</sub> T <sub>15</sub> T <sub>18</sub>	T <sub>111</sub> T <sub>121</sub> T <sub>141</sub>
Régime hydrique 2 Zone d'épandage	T <sub>17</sub>	T <sub>16</sub>

Pour le polydisque seul le traitement T<sub>03</sub> a été fait avant les pluies d'automne donc en comparaison avec les autres témoins T<sub>01</sub>, T<sub>02</sub> et T<sub>04</sub> situés sous le même régime hydrique.

## 332.2 Le semis en sec

En zone de moyen glacis sans apport d'eau supplémentaire, tous les travaux ont été effectués avant les pluies soit entre le 8 et le 12 octobre 1979.

	Avant pluie	Après pluie
Canadien	T <sub>110</sub> T <sub>131</sub>	T <sub>111</sub> T <sub>121</sub>
Chisel	T <sub>210</sub> T <sub>220</sub>	T <sub>211</sub> T <sub>221</sub>



## 332.3 Le semis à la volée et le semis au semoir

Au bloc 4 nous avons apparié les traitements  $T_{240}$  et  $T_{241}$  pour dégager les effets de ces 2 modes de semis. Le semis à la volée se fait après un passage de canadien ou de chisel et est suivi par un enfouissement à la herse légère.

	à la volée	au semoir
Canadien	$T_{140}$	$T_{141}$
Chisel	$T_{240}$	$T_{241}$

332.4 Enfin la comparaison entre les modes de travail du sol entre les trois appareils apparaîtra dans le tableau suivant:

	Déchaumeuse	Canadien	Chisel
Bloc 1	$T_{01}$	$T_{111}$	$T_{211}$
Bloc 2	$T_{02}$	$T_{121}$	$T_{221}$
Bloc 4	$T_{04}$	$T_{141}$	$T_{241}$
Bloc 6	$T_{06}$	$T_{16}$	$T_{26}$

### 33.3 Le suivi des variables

#### 333.1 Problème de l'eau

En vue d'établir le bilan hydrique le long du cycle cultural ainsi que d'évaluer les écarts de réserves utiles du profil, nous avons procédé à l'installation des tubes dans quelques parcelles choisies pour le relevé du profil hydrique tous les dix jours par la sonde humidimètre à neutron "solo 20". Ces relevés portaient donc sur les parcelles aux traitements suivants:

$T_{111}$ ,  $T_{211}$  et  $T_{210}$ ,  $T_{01}$  du bloc I pour l'effet du travail du sol

$T_{121}$ ,  $T_{221}$  du bloc II pour l'effet du travail du sol

$T_{03}$ ,  $T_{13}$ ,  $T_{231}$  et  $T_{230}$  du bloc III pour l'effet de l'époque de travail du sol et du semis

$T_{161}$  et  $T_{260}$  du bloc VI de la zone d'épandage

Ces relevés n'avaient pas la prétention de permettre les calculs de différences entre les bilans hydriques car le nombre de répétitions des mesures est insuffisant; ils permettent cependant de caractériser les situations et les niveaux des réserves du sol à différentes périodes du cycle cultural.

Un suivi par prélèvement de terre et séchage à l'étuve fut également effectué parallèlement, ceci permettra de contrôler le bon fonctionnement de la sonde dont l'étalonnage a déjà été effectué en janvier-février 1979.

### 333.2 Le travail du sol

Des observations de profil cultural après le travail du sol, deux semaines après le semis et au moment de la montaison-épiaison ont été effectuées pour les trois types de travail : déchaumeuse polydisque, canadien et chisel.

### 333.3 Les critères de comparaison

Nous retenons les variables suivantes pour les comparaisons entre les différents traitements:

- Evolution de la matière sèche produite par 5 prélèvements dans le temps **espacés** environ de 10 jours. A la première date de prélèvement 5 placettes par traitement sont prises au hasard dans la parcelle élémentaire, les prélèvements suivants sont effectués dans les mêmes zones matérialisées sur le terrain par un piquet référencié. Les dimensions des placettes sont de 2 lignes de 2 m pour les cultures en lignes et elles sont de 1 m<sup>2</sup> pour les semis à la volée. Les surfaces des placettes varient donc de 1 à 1,3 m<sup>2</sup> selon l'écartement entre les lignes mesuré systématiquement à la récolte par le nombre de lignes sur une largeur de 3 m.

Les échantillons sont ensuite préparés par séparation des racines au niveau du plateau de tallage, séchés et pesés. On obtient le poids de paille et le poids d'épis séparément. La comparaison peut se porter sur le poids de matière sèche produite au m<sup>2</sup> ou par pied.

- Les composantes du rendement sont déterminées par les comptages et pesées effectués au laboratoire : nombre d'épis, poids de paille, poids de grains, poids de 400 grains d'où nous déterminons le nombre de grains. La surface du prélèvement étant connue exactement par la mesure du rayon du cercle ou par le comptage du nombre de lignes sur trois mètres de large, toutes les composantes peuvent donc être ramenées au m<sup>2</sup>. Le nombre de pieds ou densité au m<sup>2</sup> est compté sur place au moment de la récolte.

### 3.4 LES RESULTATS ET DISCUSSION

#### 34.1 Le travail du sol

Nous examinons successivement les effets comparatifs des instruments à dents et de la déchaumeuse à disques sur le facteur densité de peuplement à la récolte ainsi que les principales composantes du rendement comme le nombre de grains au m<sup>2</sup> et le poids du grain. Nous donnons également l'analyse de variance sur le rendement en grain et celui en paille. Nous ferons appel aux observations de profil cultural ainsi qu'aux résultats de l'estimation de l'évapotranspiration réelle pour fournir les éléments d'explication des différences mises en évidence par l'analyse de variance.

34.1.1 Densité à la récolte

Tableau d'analyse de variance 34.1.1

Les résultats de l'analyse de variance montrent des effets hautement significatifs pour les traitements de travail du sol comme pour les blocs.

Pour le travail du sol il faut spécifier qu'il s'agit d'une différence provoquée par un ensemble complet d'interventions au niveau de travail de préparation proprement dit et du semis qui suit. Nous avons donc d'une part la déchaumeuse et semis à la volée avec des graines enterrées par les disques à des profondeurs variables allant de 0 à 13cm. Le semis à la dose de 20 kg/ha a été effectué le 1er mars 1980 après des pluies "abondantes" du 25 au 28 février (31 mm). Les graines ont donc été placées dans de bonnes conditions d'humidité pour la germination-levée, d'autant plus qu'une pluie de 18,7 mm arrosa ensuite le terrain semé.

Nous n'avons pas observé de gêne importante à la sortie des plantules par la pellicule de battance formée. Celle-ci est beaucoup plus développée sur les parcelles travaillées avant pluie au mois d'octobre 1979 qui auraient donc reçu plusieurs pluies battantes; elle constitue alors un obstacle mécanique vraiment efficace contre la sortie des plantules ce qui explique le peuplement presque nul du bloc III réservé pour le semis avant pluie d'automne. Nous y reviendrons.

Nous avons d'autre part le travail effectué par les appareils à dents légères comme le Canadien à espacement de 25 cm entre dents et le Chisel aux dents puissantes mais à espacement plus important (45 cm entre dents) suivi d'un hersage léger et du semis en lignes avec un semoir de type EBRA à roue plumbeuse. Les graines ont été localisées dans des sillons formés par l'appareil à 5-6 cm de profondeur, en lignes espacées de 25 à 30 cm. Le semoir a été réglé pour déposer 15 à 16 graines au mètre linéaire. Mais suite à la mauvaise adhérence de la roue entraîneuse de la distribution due au terrain motteux, surtout derrière Chisel où les mottes trop grosses n'ont pas pu être émiettées par la herse légère, les graines ont été inégalement distribuées.

Ainsi les observations au stade 2 feuilles effectuées 15 jours après le semis ont donné des densités suivantes :

**Minimum** : 15 pieds au mètre linéaire soit une dose de 16 kg à l'hectare en prenant plus de 90% de taux de levée.

**Médiane** : 20 à 25 pieds soit 25 kg à l'hectare avec une semence à 30g pour 1000 graines

**Maximum** : 50 à 60 pieds soit 50 kg à l'hectare.

Avec le semis à la volée à la dose de 20 Kg/ha, le nombre de graines au m<sup>2</sup>, quand la répartition est uniforme, peut être estimé de 60 à 70 graines.

La dose de semence effectuée avec le semoir peut être estimée à 20-25 kg à l'hectare - soit légèrement supérieure à celle utilisée pour le semis à la volée.

Au 27 mars, au stade 3-4 feuilles nous avons les valeurs suivantes données à titre indicatif :

T<sub>01</sub>, T<sub>02</sub>, T<sub>04</sub> (semis à la volée et déchaumeuse)... 30 pieds au m<sup>2</sup>  
avec écart-type 14,9

T<sub>111</sub>, T<sub>121</sub>, T<sub>141</sub> (semis en ligne et canadien)... 59 pieds au m<sup>2</sup>  
avec écart-type de 18,5

T<sub>211</sub>, T<sub>221</sub>, T<sub>241</sub> (semis en ligne et chisel)... 68 pieds au m<sup>2</sup>  
avec écart-type de 41,4

Les observations en milieu paysan comme en station contrôlée portent à penser que le taux de levée pour le semis à la volée est de 25 à 30% pour les années moyennes et de 45 à 50% pour les bonnes pluies favorables à la levée, comme cela a été le cas de mars 1980. Le taux de levée pour le semis au semoir pour cette campagne a été très bon,

Il doit dépasser les 90% et les jeunes plantules, jusqu'à la montaison, ont une croissance et un développement normal; la première talle commence à sortir en même temps que la 4<sup>e</sup> feuille. Pour le semis à plus grande profondeur, souvent la première talle n'arrive pas à sortir de terre et meurt asphyxiée.

Malgré cette incertitude due à la dose de semence nous pouvons dire que le taux de levée pour le semis au semoir avec des graines localisées à faible profondeur et avec des pluies favorables, est supérieur à celui obtenu avec le semis à la volée dont les graines sont enfouies irrégulièrement.

A la récolte nous distinguons les deux zones : moyen glacis et épandage. Dans ce dernier endroit où il y a eu crue de l'oued le 25 février la terre était encore trop humide pour permettre le travail du chisel et le passage du semoir dans de bonnes conditions. Ceci explique le faible peuplement de la parcelle T<sub>26</sub>. En moyen glacis il n'y a pas de différence détectée entre le semis en ligne derrière canadien et herse ou chisel et herse. La réussite de la levée a donné à ces traitements une densité trop forte, même pour une année pluviométrique bonne par la suite: l'idéal serait, suite à ce que nous pouvons relever du milieu paysan dans des situations d'approvisionnement hydrique favorable, d'avoir à la récolte une densité située entre 30 et 40 pieds au m<sup>2</sup>. La densité obtenue avec le semis à la volée enterré par la déchaumeuse se situe au niveau de la valeur moyenne de 18 pieds au m<sup>2</sup> avec un écart-type de 8,8 soit un coefficient de variation de 49%. Avec des valeurs allant de 2 à 36 pieds au m<sup>2</sup> nous ne constatons pas de liaison linéaire entre la densité et la production en grains comme en paille. Ceci peut s'expliquer par le faible niveau de l'alimentation hydrique

et le cycle cultural très court de moins de 90 jours. Nous y reviendrons dans l'analyse du régime hydrique; le cycle cultural et la production de matière sèche.

Tableau 341.1 - Analyse de variance. Densité à la récolte en Nb de pieds par m<sup>2</sup>

	Déchaumeuse Semis à la volée	Canadien Semis en lignes	Chisel Semis en lignes	Somme	n	Moyenne
	13,5	72,5	57,5			
	6,2	92	83,0			
Bloc I	19,9	24	62,5			
	33,2	64	41,7			
	13,9	75				
Moyenne	17,34	65,5	61,2			
Ecart-type	10,10	25,33	17,05			
Somme	86,73	327,5	244,66	658,89	14	47,06
Somme des carrés	1912,54	24017,25	15837,61			
	7,1	89,7	64,1			
	27,2	61,7	61,0			
Bloc II	15,6	78,0	55,0			
	25,8	51,8	49,7			
	36,3	55,5	57,2			
Moyenne	22,40	67,3	57,4			
Ecart-type	11,27	16,02	5,5			
Somme	112	336,7	287,0	735,70	15	49,05
Somme des carrés	3016,94	23700,47	16596,74			



Tableau 341.1 suite.

	Déchaumaise Semis à la volée	Canadien Semis en lignes	Chisel Semis en lignes	Somme	n	moyenne
	20,5	73,3	65,6			
	17,7	45,3	60,0			
Bloc IV	1,7	72,8	77,8			
	25,0	65,0	86,8			
	12,0	62,6				
Moyenne	15,38	63,8	72,5			
Ecart-type	8,98	11,4	12,1			
Somme	76,92	319	290,2	686,12	14	49,00
Somme des carrés	1506,41	20868,58	21490,44			
	32,7	61,7	26,5			
	10,8	16,2	8,3			
Bloc VI	12,4	37,1	14,7			
	12,6	59,2				
	20,2	26,7				
Moyenne	17,74	40,2	16,5			
s	9,13	19,9	9,2			
Somme	88,71	200,9	49,5	339,11	13	26,08
Somme des carrés	1907,20	9663,27	987,23			
Somme	364,36	1184,1	871,36	2419,82		
n	20	20	16	56		
Moyenne	18,2	59,2	54,5			

Résultat de l'analyse de variance :

Source de variation	Somme des carrés	Nombre de degré de liberté	Carré moyen	F	Signification
Bloc	5001,91	3	1667,30	6,77	HS
Instrument de travail du sol	19633,80	2	9816,90	39,88	HS
Résiduelle	12305,95	50	246,12		
Total	36941,66	55	671,66		

HS = hautement significatif (seuil 1%)

Estimation de la variance de la moyenne par traitement et par parcelle

$$s_m^2 = \frac{246,12}{5} \quad \text{d'où} \quad s_m = 7,0$$

Variance de différence de moyennes de 2 traitements pris au niveau de la parcelle

$$s_d^2 = 2 s_m^2 \quad \text{d'où} \quad s_d = s_m \sqrt{2} = 9,90$$

Au seuil de 5%  $t = 2,31$  pour 8 degrés de liberté.

La plus petite différence significative est de:

$$ts_d = 22,9$$

Tableau 341.2 Analyse de variance

Nombre de grains au m<sup>2</sup>

	Déchaumeuse	Canadien	Chisel	Somme	n	Moyenne par bloc
	612	400	645			
	147	414	269			
Bloc I	430	343	296			
	241	465	500			
	179	771				
Moyenne	321,8	478,6	427,5			
s	195,83	169,13	177,93			
Somme	1609	2393	1710	5712	14	408
Sdc	671175	1259711	826002			
	172	264	586			
	282	154	151			
Bloc II	316	414	259			
	176	304	205			
	202	213	158			
Moyenne	229,6	269,8	271,8			
s	65,50	98,28	180,89			
Somme	1148	1349	1359	3856	15	257
Sdc	280744	402593	500267			

Tableau 341.2 Suite.

	Déchaumeuse	Canadien	Chisel	Somme	n	Moyenne par bloc
Bloc IV	289	862	321			
	347	472	855			
	64	903	287			
	133	359	362			
	64	388				
Moyenne	179,4	596,8	456,25			
s	131,23	264,48	267,59			
Somme	897	2984	1825	5706	14	408
Sdc	229811	2060662	1047479			
Bloc VI	1033	933	683			
	206	386	148			
	269	739	497			
	359	1260				
	417	456				
Moyenne	456,8	754,8	442,7			
s	332,16	357,95	271,60			
Somme	2284	3774	1328	7386	13	568
Sdc	1484656	3361142	735402			
Somme	5938	10500	6222	22660	56	405
n	20	20	16			
Moyenne par traitement	297	525	389			

Source de variation	Somme des carrés	Nombre de degré de liberté	SCM	F	Signification
Blocs (ligne)	674524,80	3	224841,601	4,50	HS
Instruments de travail du sol (colonne)	525865,30	2	262932,6536	5,28	HS
Résiduelle	2490046	50	49800,93494		
Total	3690436,857	55			

ppds entre deux moyennes de traitement au niveau de la parcelle élémentaire = 326

ppds entre deux moyennes de traitement au niveau de l'ensemble des données sur 4 blocs = 155

#### 341.2 Le nombre de grains au m<sup>2</sup> - Tableau 341.2

L'analyse de variance montre qu'il existe un effet des blocs, que ce soit au niveau du moyen glacis seul comme au niveau de l'ensemble moyen glacis-zone d'épandage, ainsi qu'un effet dû aux traitements. Le contrôle des effets bloc permet de mieux mettre en évidence l'effet dû aux traitements; toutefois si nous ne tenons pas compte des différences dues aux blocs, l'analyse de variance donne toujours des conclusions identiques en ce qui concerne l'effet traitement. Le travail du canadien suivi d'un hersage et du semis avec un semoir EBRA assurant un meilleur contact terre-graine et une profondeur régulière de la semence permet d'avoir un nombre de grains au m<sup>2</sup> plus important qu'avec la déchaumeuse.

La différence entre canadien et chisel n'est pas statistiquement significative si l'on regardait les résultats du bloc I, II et IV du moyen glacis. Le cas du bloc VI en zone d'épandage est particulier. Ceci est dû aux difficultés de travail du tracteur tirant le chisel dans un terrain lourd pas encore suffisamment ressuyé.

Toutefois cette différence est induite par la variable densité que nous avons étudiée au paragraphe 41.1 - En effet si nous ramenons les résultats au pied de blé nous aurons le tableau suivant :

Moyenne du nombre de grains par pied

	Déchaumeuse Semis à la volée	Canadien Semoir EBRA	Chisel Semoir EBRA
Bloc I	19,6	7,3	7,0
Bloc II	10,2	4,0	4,7
Bloc IV	11,7	9,3	6,2
Bloc VI	25,7	18,8	26,8
Moyenne	16,8	9,85	11,17

Nous notons que les résultats sont inversés. Au niveau de chaque pied, du fait du faible peuplement donc une meilleure alimentation hydrique, le nombre de graines par pied par la technique de la déchaumeuse et le semis à la volée est toujours supérieur.

Le tallage épi plus important à faible densité n'est pas suffisant pour compenser le peuplement plus dense des parcelles semées en lignes.

Pour le bloc VI situé en zone d'épandage, la densité obtenue avec chisel et semoir a été faible. Ici nous constatons que pour le canadien et semoir le nombre de 19 grains par pied est comparable aux deux autres traitements et la densité aidant, nous nous retrouvons avec le meilleur nombre de grains au m<sup>2</sup>.

Ce tableau nous montre également que pour la zone de moyen glacis, sans apport d'eau supplémentaire, le nombre d'épillets avortés est important.

La considération du nombre de grain au m<sup>2</sup> permet de rendre compte des conditions du milieu ainsi que de l'ensemble de relations sociales au sein du peuplement pendant la première phase de la végétation où se forme l'appareil foliaire et les sites de formation de graine (BOIFFIN J. et al, 1976). Ainsi le travail effectué avec le canadien et le semoir permet l'installation d'un peuplement régulier, peut-être trop dense pour le niveau très faible en eau, et aboutissant à une exploitation poussée du milieu. On obtient ainsi le nombre le plus élevé de grains au m<sup>2</sup> obtenu en zone où il n'y a pas eu d'eau supplémentaire comme en zone d'épandage où cette eau provient des crues d'oued. Dans cette dernière situation le semis à la volée donne un faible peuplement au départ mais il y a rattrapage ensuite par la formation d'un nombre de grains plus important par pied sans toutefois dépasser le traitement par le canadien et semoir alliant le bon peuplement (40 pieds/m<sup>2</sup>) au nombre de grains le plus élevé (755 grains/m<sup>2</sup>).

### 341.3 Le poids d'un grain - Tableau 341.3

La considération de cette composante rend compte des conditions dans lesquelles le remplissage des grains a eu lieu. Les conditions

pluviométriques étant très mauvaises pour le printemps : une pluie de 21,5 mm le 5 avril en début de la phase montaison puis une deuxième et dernière de quelque importance le 18 mai (13,0 mm) 10 jours après le début de l'épiaison, on doit s'attendre à des poids de 1000 grains assez faibles.

L'analyse de variance donne des résultats hautement significatifs surtout en ce qui concerne le travail du sol. On peut penser ici aux conditions d'alimentation hydrique de la plante après épiaison-floraison c'est à dire après le 6-7 mai. L'examen du profil cultural à l'épiaison a montré nettement que les racines de tallage dans les parcelles soumises au traitement de la déchaumeuse à disques explorent un volume important de terre qui reste par ailleurs soufflée, s'enfonçant fortement sous le pas. Les racines des pieds semés au semoir ont des difficultés pour traverser la multitude de petites mottes aplaties et compactées par le passage de la roue plombeuse du semoir et en certains endroits par le passage des roues de tracteur. Celui-ci a dû repasser à plusieurs reprises pour le semis avec une largeur occupée par les semoirs trop faible. L'effet sur la pulvérisation des terres a été forte provoquant la formation d'une pellicule de battance dès les premières pluies de mars. L'effet du tassement sous la ligne de semis a été identifié très nettement. Les retards dans la croissance des racines lors des courtes périodes humides du sol par l'obstacle créé par la moindre compaction, donc changement de structure, sont très préjudiciables à l'avenir de l'alimentation hydrique de la plante. Les racines traversent ces obstacles en fil de fer sans ramification. Celle-ci se développe seulement en zone plus ameublée ou de texture sableuse plus ou moins grossière.



Une double raison pour aboutir à des poids de 1000 grains faibles dans les techniques avec canadien et chisel : une forte densité due à une réussite de la phase germination-levée et un système racinaire gêné dans son développement n'explorant qu'un faible volume de sol. Ce phénomène est sévère en moyen glacis où le poids de 1000 grains descend jusqu'à 12 à 13 g. Les moyennes pour cette zone et pour les types de travail du sol avec canadien et chisel sont donc de 13g à 19g pour 1000 grains avec le nombre de grains faible par épi et le nombre d'épis par pied inférieur à 1 en moyenne.

Pour la déchaumeuse où les racines exploitent un volume de sol plus important, suite à une mauvaise phase germination-levée, d'où un peuplement très clair, l'eau disponible par pied est plus importante. Ce qui permet d'avoir 24,6g pour 1000 grains pour ce traitement. Cette valeur est faible mais elle correspond à celle obtenue dans le milieu paysan en année pluviométrique comparable.

En zone d'épandage où la disponibilité en eau est meilleure les poids de 1000 grains des deux techniques déchaumeuse et canadien ne sont pas différents soit 24g et 23g respectivement. Signalons tout de suite, avant l'analyse du rendement en grains, que le meilleur peuplement conféré par le canadien+semoir amène un meilleur rendement, le tallage épi étant le même (1,7 épi par pied) et le nombre de grains par pied légèrement inférieur, 19 au lieu de 26 grains par pied.

Tableau 341.3 - Analyse de variance

Poids d'un grain en g pour 400 grains

	Déchaumeuse	Canadien	Chisel	Somme	n	Moyenne par bloc
Bloc I	11,5	6,2	6,2			
	12,0	5,7	5,5			
	10,6	7,7	5,8			
	6,8	6,1	9,6			
	10,3	5,6				
Moyenne	10,24	6,26	6,775			
s	2,04	0,84	1,90			
Somme	51,2	31,3	27,1	109,6	14	7,83
Sdc	540,94	198,79	194,49			
Bloc II	10,9	4,4	5,8			
	8,8	5,2	5,3			
	10,0	5,7	5,4			
	10,0	5,0	4,1			
	9,3	4,5	4,8			
Moyenne	9,8	4,96	5,08			
s	0,80	0,53	0,65			
Somme	49	24,8	25,4	99,2	15	6,61
Sdc	482,74	124,14	130,74			

Tableau 341.3 - Suite

	Déchaumeuse	Canadien	Chisel	Somme	n	Moyenne par bloc
Bloc IV	10,5	5,1	5,6			
	10,5	10,5	5,8			
	8,8	9,3	5,3			
	9,6	5,9	5,3			
	8,8	6,7				
Moyenne	9,64	7,5	5,5			
s	0,85	2,3	0,24			
Somme	48,2	37,5	22	107,7	14	7,69
Sdc	467,54	302,45	121,18			
Bloc VI	10,3	9,3	9,9			
	9,1	8,6	7,0			
	9,8	9,9	7,4			
	9,8	9,2				
	9,3	8,6				
Moyenne	9,66	9,12	8,1			
s	0,47	0,54	1,57			
Somme	48,3	45,6	24,3	118,2	13	9,09
Sdc	467,47	417,06	201,77			
Somme	196,7	139,2	98,8	434,7	56	7,76
n	20	20	16			
Moyenne par traitement	9,84	6,96	6,17			

Tableau d'analyse de variance

Source de variation	Somme des carrés	Nombre de degré de liberté	SCM	F	Signification
Entre instruments de travail du sol	139,11	2	69,55	37,39	HS
Entre blocs	42,93	3	14,31	7,7	HS
Résiduelle	92,91	50	1,86		
Total	274,95	55			

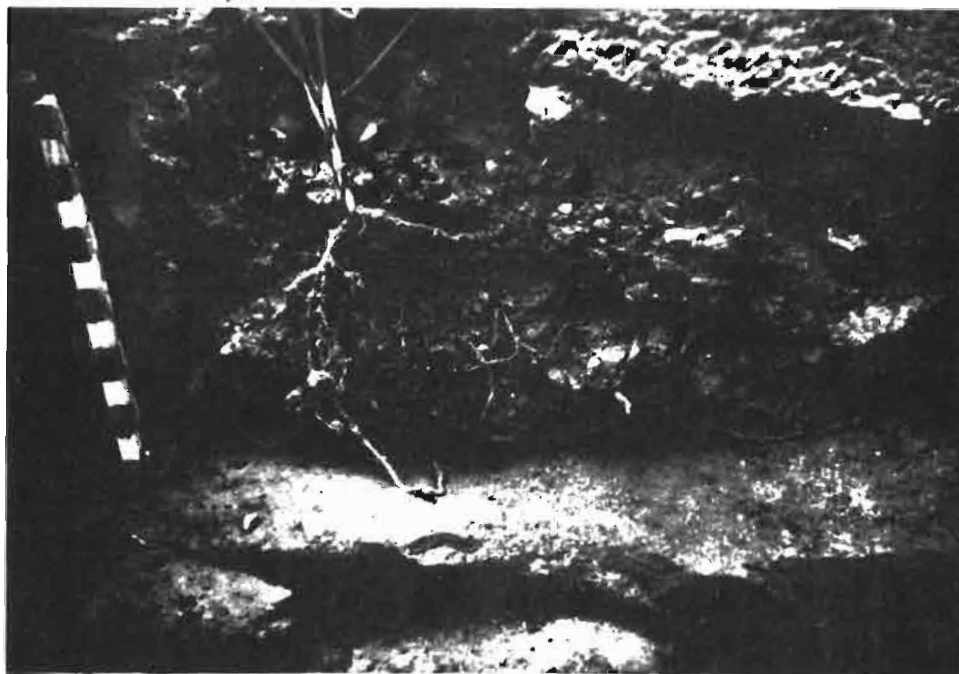
Estimation de la variance d'une moyenne  $s_m = \frac{1,86}{5}$

Variance d'une différence de 2 moyennes =  $2 \times \frac{1,86}{5} = 0,744$

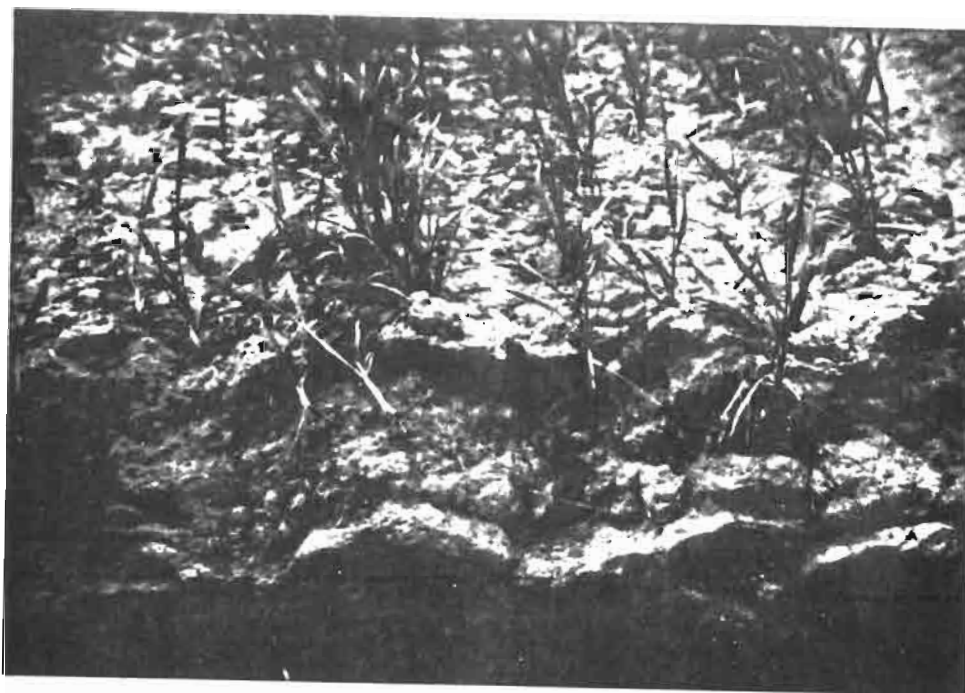
Ecart-type  $S_d = 0,8625$

Ppds =  $ts_d = 2,31 \times 0,8625 = 1,99 \neq 2,0$

au seuil de 5% avec 8 degré de liberté pour  $t = 2,31$



Travail du sol avec la déchaumeuse à disques : la terre est régulièrement ameublie et même très soufflée sur 13 cm. Sur ce cliché les racines séminales et de tallage partent du même niveau, le rhizome ne s'est pas allongé car la graine a été localisée à faible profondeur. Les ramifications des racines principales permettent à la plante d'explorer un grand volume de sol.



Travail du sol avec le cultivateur canadien à dents espacées de 25 cm. La terre est insuffisamment éclatée et la partie ameublie a moins de 10 cm de profondeur. A l'emplacement du passage des dents la partie ameublie est plus importante mais elle ne peut être atteinte par les racines qu'en conditions humides. Pour y arriver elles doivent au préalable traverser la couche constituée de petites mottes aplaties compactées par la roue plumbeuse du semoir, située juste sous le lit de semence. Elles doivent traverser ou contourner les grosses mottes non éclatées par les dents du cultivateur. On reconnaît nettement le fond de travail laissé par les disques de la déchaumeuse des années antérieures.

Tableau 341.4 - Analyse de variance

Rendement en grains (g/m<sup>2</sup> à 12% d'humidité).

	Déchaumeuse	Canadien	Chisel	Somme	n	Moyenne par bloc
Bloc I	17,6	6,2	10,0			
	4,4	5,9	3,7			
	11,4	6,6	4,3			
	4,1	7,1	12,0			
	4,6	10,8				
Moyenne	8,42	7,32	7,5			
s	5,97	2,00	4,13			
Somme	42,1	36,6	30	108,7	14	7,76
Sdc	497,05	283,86	276,18			
Bloc II	4,7	2,9	8,5			
	6,2	2,0	2,0			
	7,9	5,9	3,5			
	4,4	3,8	2,1			
	4,7	2,4	1,9			
Moyenne	5,58	3,4	3,6			
s	1,47	1,55	2,81			
Somme	27,9	17	18	62,9	15	4,19
Sdc	164,39	67,42	96,5			

Tableau 341.4 - Suite.

	Déchaumeuse	Canadien	Chisel	Somme	n	Moyenne par bloc
	7,6	11,0	4,5			
	9,1	12,4	12,4			
Bloc IV	1,4	21,0	3,8			
	3,2	5,3	4,8			
	1,4	6,5				
Moyenne	4,54	11,24	5,62			
s	3,59	6,21	4,87			
Somme	22,7	56,2	22,5	101,4	14	7,24
Sdc	154,73	786,1	197,7			
	26,6	21,7	16,9			
	4,7	8,3	2,6			
Bloc VI	6,6	18,3	9,2			
	8,8	29,0				
	9,7	9,8				
Moyenne	11,28	17,42	9,57			
s	8,78	8,57	7,16			
Somme	56,4	87,1	28,7	172,2	13	13,25
Sdc	944,74	1811,71	377,01			
Somme	149,1	196,9	99,2	445,2	56	7,95
n	20	20	16			
Moyenne par traitement	7,45	9,84	6,2			



## Résultat d'analyse de variance

Source de variation	Somme des carrés	Nombre de degré de liberté	SCM	F	Signification
Bloc	583,81	3	194,60	6,90	HS
Instrument de travail du sol	125,72	2	62,90	2,23	NS
Résiduelle	1408,52	50	28,17		
Total	2118,05	55			

HS : significatif au seuil de 1%

NS : non significatif au seuil de 5%

$$\text{Variance de la différence entre deux moyennes} = s_d^2 = \frac{2 \times 28,17}{5}$$

son écart-type  $s_d = 3,36$

$$tsd = 2,31 \times 3,36 = 7,75$$

Entre deux moyennes de blocs  $n = 14$

$t$  à 26 degrés de liberté  $\neq 2,1$  au seuil de 5%

$$s_d^2 = 2 \times \frac{28,17}{14} = 4,0242$$

$$ts_d = 4,13$$

Tableau 341.5 - Analyse de variance

Rendement en paille (en g/m<sup>2</sup> à 11% d'humidité).

	Déchaumeuse	Canadien	Chisel	Somme	Nb de données	Moyenne
	25,8	58,5	38,6			
	7,5	40,7	41,3			
Bloc I	23,8	35,9	31,7			
	23,0	47,2	23,0			
	13,6	39,4				
Moyenne	18,74	44,34	33,65			
Ecart-type	7,85	8,91	8,17			
Somme	93,7	221,7	134,6	450	14	32,14
Sdc	2002,29	10147,75	4729,54			
	8,1	34,2	58,2			
	16,5	52,9	38,3			
Bloc II	17,0	27,7	36,0			
	12,4	38,1	37,1			
	11,7	40,1	41,6			
Moyenne	13,14	38,6	42,24			
Ecart-type	3,68	9,29	9,16			
Somme	65,7	193,00	211,2	469,9	15	31,33
Sdc	917,51	7794,96	9257,10			

Tableau 341.5 - Suite

	Déchaumaise	Canadien	Chisel	Somme	Nb de données	Moyenne
	13,6	38,5	28,5			
	13,5	20,8	34,9			
Bloc IV	7,5	28,2	31,0			
	16,3	37,0	40,9			
	9,1	34,7				
Moyenne	12,0	31,84	33,82			
Ecart-type	3,60	7,32	5,40			
Somme	60	159,2	135,3	354,5	14	25,32
Sdc	771,96	5283,22	4664,07			
	45,5	44,4	36,0			
	10,3	22,5	9,6			
Bloc VI	12,7	36,3	20,2			
	22,1	58,0				
	19,2	38,9				
Moyenne	21,96	40,02	21,93			
Ecart-type	13,99	12,89	13,28			
Somme	109,8	200,1	65,8	375,7	13	28,9
Sdc	3194,68	8672,51	1796,2			
Somme	329,2	774,0	546,9	1650,1	56	29,47
Nb de données	20	20	16			
Moyenne	16,46	38,7	34,18			

## Résultats de l'analyse de variance

Source de variation	Somme des carrés	Nombre de degré de liberté	SDM	F	Signification
Bloc	396,90	3	132,30	1,3	NS
Travail du sol technique de semis	5444,19	2	2722,10	28,54	HS
Résiduelle	4768,73	50	95,37		
Total	10609,82	55			

La p.p.d.s entre deux moyennes de traitement sur 5 répétitions est de 4,5 g/m<sup>2</sup>.

## 341.4 Le rendement en grains - Tableau 341.4

Seuls les effets bloc sont significatifs. Le bloc VI de la zone d'épan-  
dage donne des rendements en grains significativement supérieurs à  
tous les autres blocs du moyen glacis. Les apports d'eau par les crues  
d'oued ont eu lieu quatre fois durant la campagne depuis le mois  
d'octobre dans le chenal de l'oued où se trouve le bloc VI.

Le rattrapage de rendement réalisé par les parcelles soumises à la dé-  
chaumeuse s'est fait à partir du gain significatif du poids de 1000 grains,  
ce qui correspond à un bon approvisionnement hydrique en période située  
après l'épiaison-floraison grâce au faible peuplement (donc pas de  
concurrence de place) et grâce à la bonne exploration de l'horizon ame-  
bli par la déchaumeuse. Ce phénomène a été observé sur l'aspect plus ou

moins sec des pieds de blé du 20 mai 1980 au 23 mai 1980 après une pluie de 14mm survenue le 18 mai 1980. Cette pluie a sauvé la végétation qui souffrait d'une longue période sèche de 40 jours s'étendant sur les phases de montaison à floraison.

Nous avons relevé 3 états de la végétation :

Etat 1 où toutes les feuilles sont desséchées ce qui a été lié avec des pieds de blé à 1 talle, d'aspect chétif, situés sur zones compactées, avec un peuplement dense, seul l'épi reste encore vert et protégé par la gaine de la dernière feuille.

Etat 2 où les 2 dernières feuilles sont encore restées vertes, épis verts.

Etat 3 où il y a plus de 2 feuilles vertes, les épis sont verts.

A partir des états 2 et 3 les plantes semblent redémarrer activement avec cette pluie du 18 mai.

Nous avons obtenus les notations qualitatives suivantes en %

Technique	Parcelles	Etat 1	Etat 2	Etat 3
Déchaumeuse	T <sub>01</sub>	5	10	85
	T <sub>02</sub>	10	20	70
	T <sub>04</sub>	10	20	70
Canadien	T <sub>111</sub>	30	60	10
	T <sub>121</sub>	60	40	0
	T <sub>141</sub>	40	60	0
Chisel	T <sub>211</sub>	80	20	0
	T <sub>221</sub>	90	10	0
	T <sub>241</sub>	80	20	0

Grâce au faible peuplement en pieds/m<sup>2</sup> et grâce au volume de terre exploré s'étendant sur tout l'horizon travaillé, le semis à la volée suivi du passage de déchaumeuse polydisque a donné les meilleurs résultats vis à vis de la résistance à la sécheresse.

#### 341.5 Le rendement en paille - Tableau 341.5

L'effet bloc n'est pas statistiquement significatif. La zone d'épandage avec sa meilleure disponibilité en eau n'a pas agi efficacement sur la partie végétative pour rattraper le manque au peuplement. Pendant la période s'étendant du semis à la montaison (mois de mars et début avril) les conditions hydriques des parcelles du moyen glacis n'ont pas été mauvaises, ce qui a permis la production de matière sèche pour la paille. La période qui a suivi n'a donc plus joué sur la paille mais sur le poids des grains, là où, comme nous avons vu aux résultats précédents, le poids de grains des parcelles du moyen glacis a été significativement inférieur.

La production de paille au m<sup>2</sup> est plus importante avec le semis au semoir et les instruments à dents qu'avec le semis à la volée et la déchaumeuse à disques. Ceci est dû essentiellement à la meilleure réussite de la phase germination-levée.

Il n'y a pas de relation linéaire notable entre la production de paille et la densité de peuplement à la récolte dans le domaine de variation intra et inter-types de travail du sol.

Le rapport grain/paille montre que le niveau de densité de peuplement atteint, avec la sécheresse du printemps située en plein dans la période de remplissage des grains, est trop fort. La production obtenue

est seulement constituée de paille. Elle atteint 4 quintaux à l'ha, ce qui situe cette production parmi les moins bonnes rencontrées en milieu paysan en année moyenne. (Il n'y a pas de mise en culture en milieu paysan pour cette campagne 1979-1980).

#### Rapport grain/paille

	Déchaumeuse	Canadien	Chisel
Bloc I	0,45	0,16	0,22
Bloc II	0,42	0,09	0,09
Bloc IV	0,38	0,35	0,17
Bloc VI	0,51	0,43	0,44

#### 341.6 Conclusions sur les effets du travail du sol sur la densité de peuplement à la récolte et les composantes du rendement.

La technique de travail traditionnel avec semis à la volée et l'enfouissement des graines par un passage de déchaumeuse à disques détermine un horizon remué de 10 à 15 cm d'épaisseur d'une terre soufflée peu favorable au contact terre-graines. Ces dernières sont distribuées irrégulièrement à des profondeurs variables pouvant éventuellement pallier les inconvénients de périodes sèches suivant le semis. Ainsi le taux de levée rencontré n'est jamais très important : dans une bonne année comme cette campagne 1979-1980 où une pluie de 30 mm qui a permis les semailles a été suivie 6 à 7 jours après d'une bonne pluie de 19 mm, ce taux peut atteindre 40 à 50% des graines semées. Dans des conditions

moins bonnes, cas de la campagne 1978-1979, suite à une humidité insuffisante ou à un dessèchement rapide du sol (semis tardif par rapport aux dates de pluies), ce taux de levée ne dépasse guère 25%.

Cet inconvénient touchant la phase d'installation du peuplement végétal n'est pas un handicap important car il vaut mieux avoir un peuplement trop clair que trop dense dans les conditions arides du Sud tunisien. L'avantage important de cette technique réside dans le bon ameublissement de l'horizon travaillé. Les mottes de cet horizon sont assez fines. Elles ne gênent pas le développement et la croissance des racines, surtout celles de tallage car les racines séminales buttent souvent contre le fond de travail lissé et compacté par les disques. Ainsi le volume de terre exploité par les racines d'un pied de blé peut être important. Il faut toutefois que la déchaumeuse travaille régulièrement sur 15 cm, ce qui n'est pas le cas des travaux à l'entreprise effectués dans le Sud tunisien avec un outil tracté de 9 disques ne couvrant pas la largeur des roues AR du tracteur.

Pour un travail de la déchaumeuse correctement effectué, le blé résiste longtemps à la sécheresse : il est capable de compenser soit par le nombre de grains (bon tallage épi, bon nombre d'épillets par épi) quand la première phase du cycle cultural du semis à la fin montaison est pluvieuse, soit par le poids du grain quand la phase suivante est bonne.

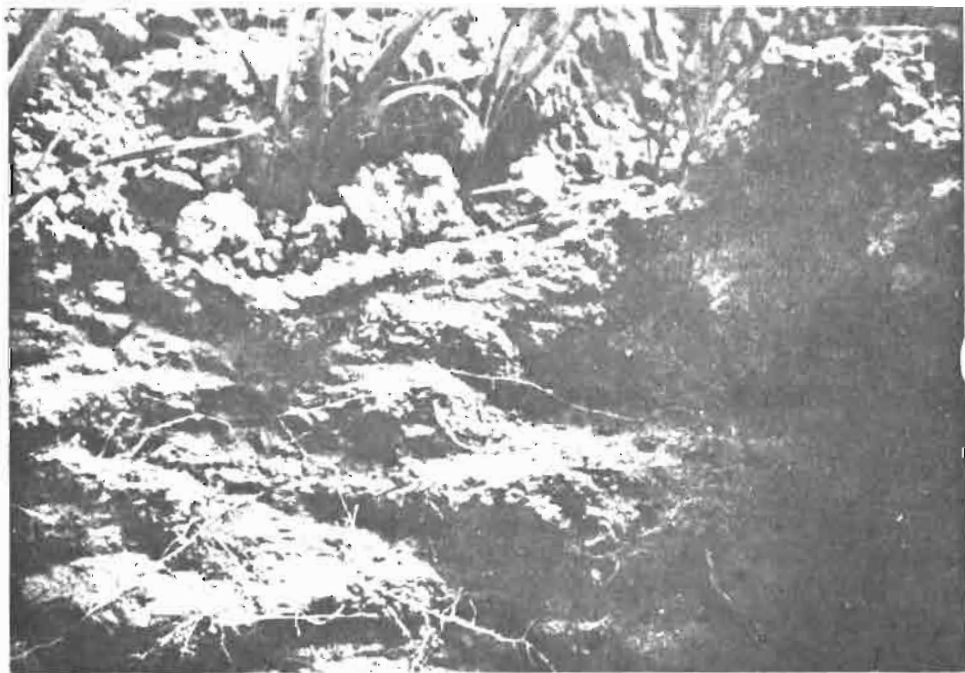
Les appareils à dents, cultivateur canadien et chisel, prévus pour éviter et casser la surface compacte laissée par les disques de la déchaumeuse des années précédentes ne fournissent pas un horizon remué très favorable au développement du système racinaire.

D'une part les dents n'arrivent pas à défoncer régulièrement la ou les surfaces lissées et compactées. Il faudrait plusieurs campagnes pour en venir à bout.





Dans le semis au semoir EBRA les graines sont déposées à 5-6cm sur un lit compacté par le passage de la roue plumbeuse. Les racines séminales prennent des directions horizontales.



Semis au semoir EBRA avec roue plumbeuse. Directions horizontales des racines séminales se développant ici dans de bonnes conditions d'humidité.

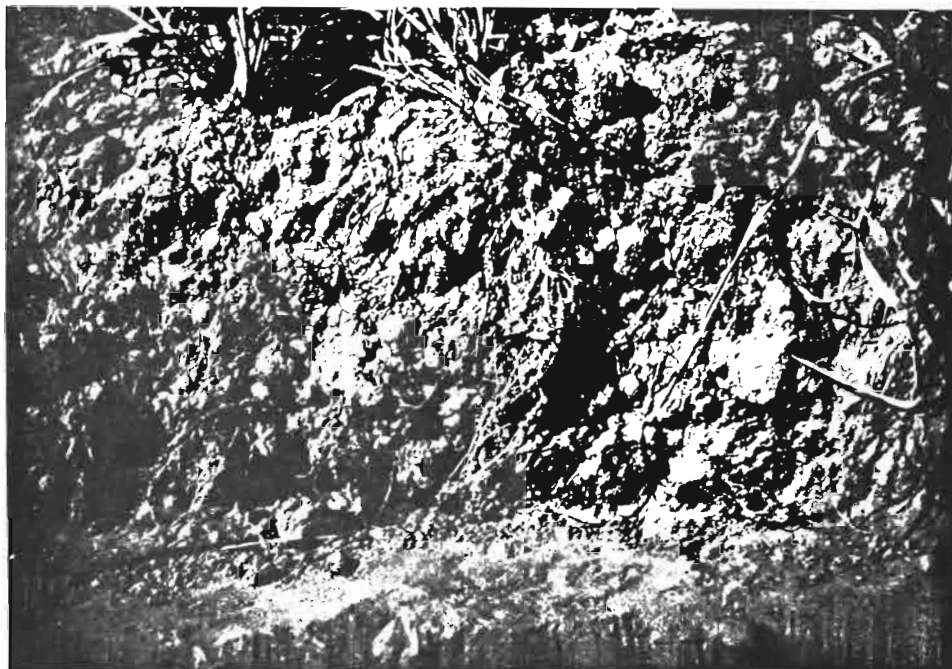


Petites plaques tassées par le passage des appareils, tracteur et semoir.

Semis en lignes après un passage de chisel.



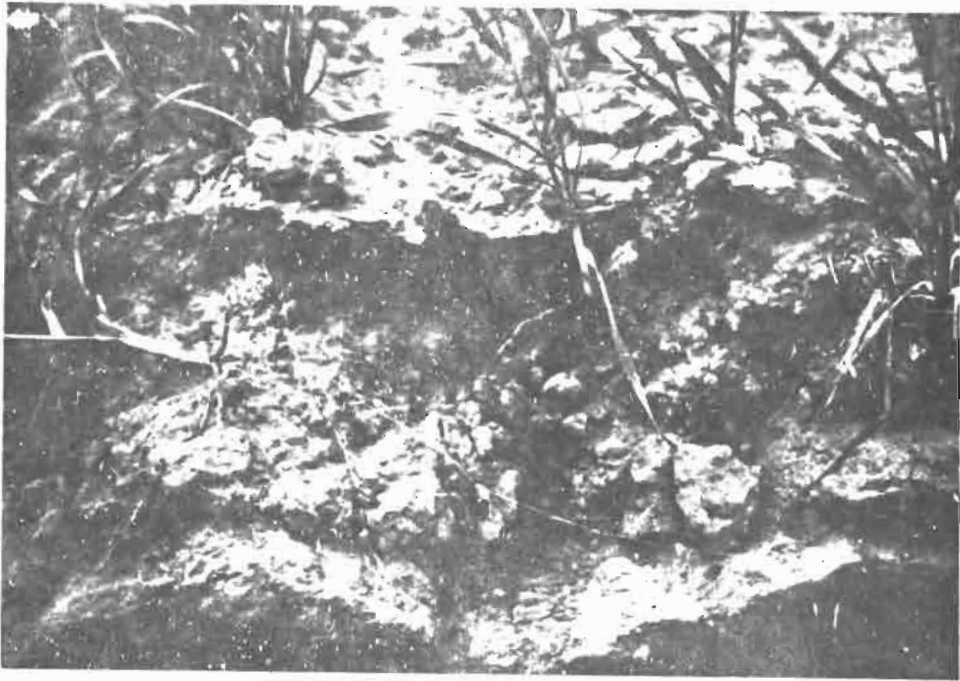
Réussite du semis, alors peuplement trop dense. Sur ce cliché la densité est de 60 à 80 pieds au m<sup>2</sup>, pas de tallage épi. On obtiendra en moyenne moins d'un épi par pied. Beaucoup d'épillets sont avortés.



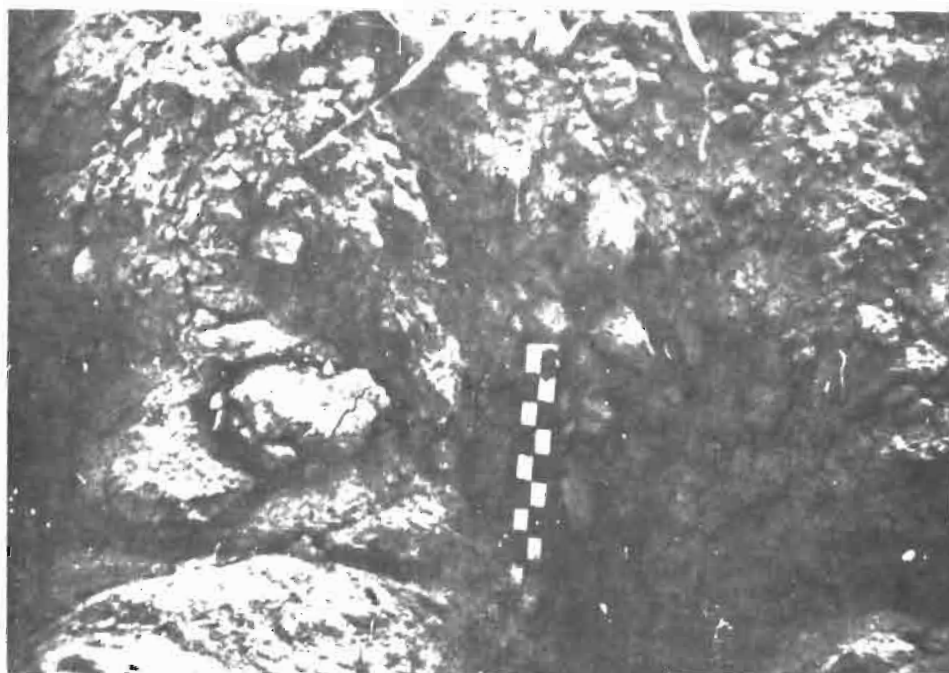
Horizon de 15cm bien émietté et à répartition homogène de petites mottes. Il est le résultat du travail de la déchaumeuse effectué dans de bonnes conditions. Tout le volume de sol sur 15cm peut être colonisé par les racines



Horizon de 12 à 13 cm laissé par un passage de dents de canadien. De grosses mottes sont encore restées intactes. Les racines contournent les mottes, pénètrent par les fentes d'éclatement pour aller chercher plus loin des zones moins compactes.



Passage d'une dent de chisel. En conditions humides l'effet d'éclatement des dents est faible. Les mottes laissées en place constituent des obstacles contre le bon développement des racines donc de l'alimentation hydrique de la plante. On peut remarquer la formation très rapide d'une pellicule de battance généralisée sur ce sol limono-sableux.



La profondeur atteinte par la dent de chisel peut dépasser 25 cm, alors la partie bien émietée en mottes fines avec un peu d'éléments fins atteint 10 à 12 cm. En dessous, de grosses mottes éclatées de 5 à 10 cm de côté sont restées compactes et non exploitées par les racines. Celles-ci les traversent mais ne s'y ramifient pas.



Semis en lignes avec le semoir EBRA. Levée régulière dans les sillons en dépression permettant la concentration locale des eaux. Travail du sol avec le cultivateur canadien.



Semis à la volée. Enfouissement des grains avec un passage de déchaumeuse polydisque : distribution très irrégulière des pieds levés. De larges plages de la parcelle restent inoccupées.



D'autre part si les dents émiettaient bien la terre sur leur passage, l'espace entre dents même éclaté laisserait beaucoup de grosses mottes en place et la partie bien pulvérisée ne joue que sur 5 à 8 cm d'épaisseur. Ces mottes en place constituent de sérieux obstacles pour la circulation de l'eau et surtout des racines. Celles-ci les traversent en fil de fer ou les contournent. Il en résulte une perte d'un temps précieux dans la recherche des zones encore restées humides. Ainsi le volume de terre exploité dans ces conditions est limité et défavorise donc la plante dans son alimentation hydrique.

Le travail avec les instruments à dents a été couplé avec le semoir dont le rôle a été de bien localiser la graine à une profondeur régulière, fixée dans notre essai à environ 6cm. Il doit, par ailleurs, par la roue plombeuse, assurer le contact terre-graine pour mieux permettre l'imbibition de celle-ci. Le passage du semoir crée en même temps des sillons en dépression permettant de récupérer éventuellement les eaux glissant sur les parois des micro-reliefs créés.

Nous avons constaté la réussite de la phase germination-levée pour cette année 1979-1980 à de bonnes conditions pluviométriques pour le semis. Cette réussite nous a amené à examiner l'effet d'une forte densité sur le rendement; elle a un effet favorable sur le nombre de grains ramenés à la surface et sur la production de paille, mais pour les autres composantes nous n'avons pas constaté de relation directe. Nous avons remarqué surtout que sous la ligne de dépôt des graines par le semoir il y a eu un effet de tassement par la roue plombeuse créant de petites plaques de 0,5 à 1 cm d'épaisseur, compactes et se situant juste contre la graine. Ces plaques se dessèchent très rapidement et constituent de véritables barrières au développement des racines séminales. Ce phénomène associé à un peuplement dense contribue à la mauvaise alimentation hydrique de la plante.

Ainsi en condition de fort déficit hydrique les parcelles soumises au traitement canadien et semoir ou chisel et semoir ont vu leur végétation souffrir fortement de la période sèche s'étendant sur la phase montaison à floraison; les poids de 1000 grains très faibles sanctionnent le mauvais approvisionnement hydrique de cette période et de celle qui suit, malgré une pluie de 13 mm le 18 mai.

### 34.2 Le problème de l'eau

#### 342.1 Les termes du bilan hydrique.

Le suivi des profils hydriques dans différentes parcelles s'est effectué à des intervalles de temps de 7 à 10 jours. Nous n'avons pas pu installer suffisamment de points de relevés dans chaque parcelle pour pouvoir prétendre à la mise en évidence des différences de stocks d'eau dans le sol qui seraient induites par les traitements différents de travail du sol. L'hétérogénéité naturelle du terrain en ce qui concerne la distribution de l'eau dans le sol est grande et nécessiterait plus de 6 à 7 tubes de suivi installé par parcelle (DAUDET F.A., VACHAUD G., 1977), ce qui imposerait des précautions particulières pour ne pas tasser le terrain par les allées et venues des relevés. Avec les relevés que nous avons obtenus nous pouvons toutefois représenter les différentes situations hydriques surtout en ce qui concerne le calcul de l'évapotranspiration réelle.

L'étalonnage de la sonde a été effectué par ZANTE P., pédologue ORSTOM, en janvier-février 1979. Les équations obtenues sont les suivantes :



Tableau 342.a Etalonnage de la sonde à neutrons "Solo 20"

Zone de glacis (Telmam), (par P. ZANTE).

Horizon	Equation de régression	Coefficient de corrélation	Nombre de couples de données
0 - 5	$Hv = 0,1577N - 26,906$	0,98	7
5 - 15	$Hv = 0,0650N - 1,725$	0,99	7
15 - 25	$Hv = 0,0619N - 2,222$	0,97	7
25 - 35	$Hv = 0,0553N - 0,325$	0,91	7
35 - 45	$Hv = 0,0664N - 3,374$	0,97	7
45 - 55	$Hv = 0,0643N - 3,422$	0,95	7
55 - 65	$Hv = 0,0705N - 4,232$	0,95	5
65 - 75	$Hv = 0,0524N - 0,4818$	0,96	5
75 - 85	$Hv = 0,0422N - 1,316$	0,99	5
85 - 95	$Hv = 0,0257N - 0,474$	0,92	5
Ensemble 5 - 95	$Hv = 0,06904N - 5,4302$	0,92	62

Hv = Humidité volumique en mm

N = Nombre relevé sur la sonde "Solo 20".

Nous utilisons ces formules pour le calcul des stocks d'eau au départ des relevés et les variations de stock d'un relevé à l'autre par sommation des différents horizons jusqu'à 60cm de profondeur.

Dans le moyen glacis où il n'y a ni apport ni départ d'eau par ruissellement, nous pouvons écrire que :

$$ETR = P - \Delta S$$

Tableau 342.b Etalonnage de la sonde à neutrons "Solo 20"  
 Zone d'épandage (Telmam), (par Zante P.)

Horizon (cm)	Equation de régression	Coefficient de corrélation	Nombre de couples de données
0 - 5	$Hv = 0,1719N - 27,7303$	0,93	10
5 - 15	$Hv = 0,0751N - 5,0777$	0,96	9
15 - 25	$Hv = 0,0697N - 2,275$	0,97	9
25 - 35	$Hv = 0,0692N - 1,975$	0,97	9
35 - 45	$Hv = 0,0740N - 4,5718$	0,96	9
45 - 55	$Hv = 0,0750N - 5,4983$	0,96	9
55 - 65	$Hv = 0,0812N - 8,8960$	0,97	8
65 - 75	$Hv = 0,0835N - 10,8012$	0,97	8
75 - 85	$Hv = 0,0718N - 8,1663$	0,97	8
85 - 95	$Hv = 0,0738N - 9,6957$	0,94	8
95 - 105	$Hv = 0,0803N - 11,0102$	0,96	8

Hv = humidité volumique en mm

N = nombre relevé par la sonde "Solo 20"

avec  $\Delta S$  = variation de stock d'eau du sol sur 60cm en mm avec son signe.

A partir de 60cm  $\Delta S$  est pratiquement nul.

P = pluie en mm.

Le rapport ETR/ETP est donné pour les différentes périodes; il peut rendre compte du niveau d'activité de la végétation. L'estimation des valeurs de l'ETP au Telmam se fait par la formule donnée par RIOU (1980) et l'extrapolation linéaire entre deux valeurs mensuelles nous permet d'avoir la valeur de l'ETP de la période considérée.

Tableau 342.c Bilan hydrique 1979-1980

## Bloc I Glacis du Telmam

Date des mesures	Parcelles	Stock mm	Pluie mm	$\Delta S$ mm	ETR mm	ETR mm/j	$\frac{ETR}{ETP}$	Observations	
4 - 8 - 79	T <sub>01</sub>	30,3						Stock d'eau à pF 4,2 # 60mm sur 60cm de sol.	
10 - 9 - 79	T <sub>01</sub>	34,3	16,6	+4,0	12,0	0,34	0,07		
20 - 9 - 79	T <sub>01</sub>	29,4	0	-4,93	4,9	0,49	0,12		
3 - 10 - 79	T <sub>01</sub>	28,0	3,2	-1,39	4,6	0,35	0,10		
26 - 10 - 79	T <sub>01</sub>	30,3	6,0	+2,36	3,6	0,16	0,06		
8 - 11 - 79	T <sub>01</sub>	30,3	5,4	0	5,4	0,41	0,21		
22 - 11 - 79	T <sub>01</sub>	30,1	0	-0,21	0,2	0,01	0,01		
30 - 11 - 79	T <sub>01</sub>	30,5	4,7	+0,35	4,3	0,54	0,35		
	T <sub>210</sub>	36,8							
2 - 2 - 79	T <sub>01</sub>	33,6	9,6	+3,06	6,5	0,10	0,05		
	T <sub>210</sub>	41,8	9,6	+5,04	4,6	0,07	0,04		
13 - 2 - 79	T <sub>01</sub>	35,5	6,9	+1,87	5,0	0,45	0,18		
	T <sub>210</sub>	42,6	6,9	+0,83	6,1	0,55	0,22		
21 - 2 - 79	T <sub>01</sub>	31,9	0	-3,54	3,5	0,44	0,16		
	T <sub>210</sub>	30,7	0	-11,94	11,9	1,49	0,55		
1 - 3 - 80	T <sub>01</sub>	53,0	31,0	+21,10	9,9	1,24	0,43		* Valeur élevée injustifiée le tube peut être situé dans une dépression locale
	T <sub>210</sub>	66,9	31,0	+36,25					
14 - 3 - 80	T <sub>01</sub>	57,3	26,7	+4,30	22,4	1,72	0,51		
	T <sub>210</sub>								
26 - 3 - 80	T <sub>01</sub>	52,7	3,7	-4,58	8,3	0,69	0,18	* 25 jours d'intervalle	
	T <sub>210</sub>	60,4	30,4	-6,49	36,9	1,47	0,38		

Tableau 342.c Suite

Date des mesures	Parcelles	Stock mm	Pluie mm	$\Delta S$ mm	ETR mm	ETR mm/j	$\frac{ETR}{ETP}$	Observations
8 - 4 - 80	T <sub>01</sub>	61,7	26,0	+9,0	17,0	1,30	0,30	
	T <sub>210</sub>	67,4	26,0	+7,0	19,0	1,46	0,33	
24 - 4 - 80	T <sub>01</sub>	41,6	1,1	-20,13	21,2	1,30	0,27	
	T <sub>210</sub>	48,6	1,1	-18,92	20,0	1,25	0,26	
8 - 5 - 80	T <sub>01</sub>	34,7	0	-6,94	6,9	0,49	0,09	
	T <sub>210</sub>	41,8	0	-6,70	6,7	0,48	0,09	

Tableau 342.d Bilan hydrique 1979-1980

## Bloc II | Glacis du Telmam

Date des mesures	Parcelles	Stock mm	Pluie mm	$\Delta S$ mm	ETR mm	ETR/J mm	$\frac{ETR}{ETP}$	Observations
4 - 8 - 79	T <sub>121</sub> T <sub>221</sub>	23,7 30,6						Stock d'eau à pF 4,2 #60mm sur 60cm de sol
10 - 9 - 79	T <sub>121</sub> T <sub>221</sub>	30,3 36,4	16,6	+ 6,63 + 5,80	10,0 10,8	0,27 0,29	0,05 0,06	
20 - 9 - 79	T <sub>121</sub> T <sub>221</sub>	26,1 38,2	0	- 4,21 + 1,79	4,2	0,42	0,10	
3 - 10 - 79	T <sub>121</sub> T <sub>221</sub>	25,5 36,3	3,2	- 0,55 - 1,93	3,7 5,1	0,29 0,39	0,08 0,11	
26 - 10 - 79	T <sub>121</sub> T <sub>221</sub>	28,3 59,3	6,0	+ 2,76 +23,05	3,2	0,14	0,05	
8 - 11 - 79	T <sub>121</sub> T <sub>221</sub>	27,8 48,6	5,4	- 0,48 -10,7	5,9 16,1	0,45 1,24	0,23 0,63	
22 - 11 - 79	T <sub>121</sub> T <sub>221</sub>	27,1 44,3	0	- 0,76 - 4,28	0,8 4,3	0,06 0,30	0,03 0,19	
30 - 11 - 79	T <sub>121</sub> T <sub>221</sub>	26,9 44,0	4,7	- 0,14 - 0,34	4,8 5,0	0,60 0,63	0,39 0,40	
2 - 2 - 80	T <sub>121</sub> T <sub>221</sub> T <sub>221a</sub> T <sub>220</sub>	31,8 43,7 34,3 35,7	9,6	+ 4,90 - 0,28 + 3,19 + 4,28	4,7 9,9 6,4 5,3	0,07 0,15 0,10 0,08	0,04 0,08 0,05 0,04	
13 - 2 - 80	T <sub>121</sub> T <sub>221</sub>	33,1 46,4	6,9	+ 1,31 + 2,07	5,6 4,8	0,51 0,44	0,21 0,18	

Tableau 342d Suite

Date des mesures	Parcelles	Stock mm	Pluie mm	$\Delta S$ mm	ETR mm	ETR/J mm	$\frac{ETR}{ETP}$	Observations
	T <sub>221a</sub>	36,1		+ 1,79	5,1	0,46	0,19	
	T <sub>220</sub>	37,5		+ 1,79	5,1	0,46	0,19	
21 - 2 - 80	T <sub>121</sub>	29,3		- 3,79	3,8	0,47	0,17	
	T <sub>221</sub>	43,0		- 3,45	3,4	0,43	0,16	
	T <sub>221a</sub>	32,4	0	- 3,66	3,7	0,46	0,17	
	T <sub>220</sub>	33,2		- 4,28	4,3	0,53	0,20	
1 - 3 - 80	T <sub>121</sub>	51,7		+22,37	8,6	1,08	0,37	
	T <sub>221</sub>	63,2		+20,29	10,7	1,34	0,46	
	T <sub>221a</sub>	54,8	31,0	+22,37	8,6	1,08	0,37	
	T <sub>220</sub>	54,2		+20,98	10,0	1,25	0,43	
14 - 3 - 80	T <sub>121</sub>	55,9		+ 4,21	22,5	1,73	0,52	
	T <sub>221</sub>	65,0		+ 1,72	25,0	1,92	0,57	
	T <sub>221a</sub>	58,5	26,7	+ 3,73	23,0	1,77	0,53	
	T <sub>220</sub>	57,7		+ 3,52	23,2	1,78		
26 - 3 - 80	T <sub>121</sub>	51,7		- 4,21	7,9	0,66	0,17	
	T <sub>221</sub>	60,3		- 4,69	8,4	0,70	0,18	
	T <sub>221a</sub>	54,8	3,7	- 3,73	7,4	0,62	0,16	
	T <sub>220</sub>	55,0		- 2,69	6,4	0,53	0,13	
8 - 4 - 80	T <sub>121</sub>	58,9		+ 7,18	18,8	1,45	0,33	
	T <sub>221</sub>	69,4		+ 9,11	16,9	1,30	0,30	
	T <sub>221a</sub>	61,8	26,0	+ 6,97	19,0	1,46	0,34	
	T <sub>220</sub>	61,2		+ 6,22	19,8	1,52	0,35	

Tableau 342.d Suite 2

Date des mesures	Parcelles	Stock mm	Pluie mm	$\Delta S$ mm	ETR mm	ETR/J mm	$\frac{ETR}{ETP}$	Observations
24 - 4 - 80	T <sub>121</sub>	36,8		-22,09	23,4	1,46	0,30	
	T <sub>221</sub>	49,5		-19,95	21,2	1,33	0,27	
	T <sub>221a</sub>	38,8	1,3	-22,99	24,3	1,52	0,31	
	T <sub>220</sub>	41,9		-19,33	20,6	1,29	0,27	
8 - 4 - 80	T <sub>121</sub>	30,0		- 6,76	6,7	0,48	0,09	
	T <sub>221</sub>	41,0		- 8,49	8,5	0,61	0,11	
	T <sub>221a</sub>	34,8	0	- 4,00	4,0	0,29	0,05	
	T <sub>220</sub>	36,0		- 5,87	5,9	0,42	0,08	



Tableau 342.e Bilan hydrique 1979-1980

## Bloc III Glacis de Telmam

Date des mesures	Parcelles	Stock mm	Pluie mm	$\Delta S$ mm	ETR mm	ETR/J mm	ETR ETP	Observations
du 30-11-79 au 2-2-80	T <sub>03</sub>	61,1		+ 4,69	4,9	0,08	0,04	Recharge de stock d'eau pour toutes les parcelles
	T <sub>13</sub>	56,1		+ 7,88	1,7	0,03	0,01	
	T <sub>231</sub>	41,9	9,6	+ 6,76	2,8	0,04	0,02	
	T <sub>230</sub>	45,0		+ 3,73	5,9	0,09	0,05	
13 - 2 - 80	T <sub>03</sub>	67,1		+ 6,00	0,9	0,08	0,03	Recharge de stock d'eau seulement pour T03 à hori- zon 0-15 très poreux
	T <sub>13</sub>	56,0		- 0,07	6,96	0,63	0,26	
	T <sub>231</sub>	43,4	6,9	+ 1,52	5,4	0,49	0,20	
	T <sub>230</sub>	45,9		+ 0,96	5,9	0,54	0,22	
21 - 2 - 80	T <sub>03</sub>	56,9		-10,22	10,2	1,27	0,47	T03 évapore plus que les autres parcelles, son niveau de stock est plus élevé.
	T <sub>13</sub>	52,8		- 3,24	3,2	0,40	0,15	
	T <sub>231</sub>	40,7	0	- 2,76	2,8	0,34	0,12	
	T <sub>230</sub>	43,7		- 2,27	2,3	0,28	0,10	
1 - 3 - 80	T <sub>03</sub>	78,5		+21,61	9,4	1,17	0,40	Evaporation nor- male de sol nu et recharge du stock d'eau avec la pluie.
	T <sub>13</sub>	73,6		+20,85	10,1	1,27	0,44	
	T <sub>231</sub>	61,9	31,0	+21,26	9,7	1,22	0,42	
	T <sub>230</sub>	66,5		+22,85	8,1	1,02	0,35	
14 - 3 - 80	T <sub>03</sub>	82,8		+ 4,35	22,3	1,72	0,51	Démarrage de la végétation (blé et adventices) au printemps.
	T <sub>13</sub>	78,7		+ 5,11	21,6	1,66	0,50	
	T <sub>231</sub>	66,6	26,7	+ 4,69	22,0	1,69	0,50	
	T <sub>230</sub>	67,1		+ 0,55	26,1	2,01	0,60	

Tableau 342.e Suite

Date des mesures	Parcelles	Stock mm	Pluie mm	$\Delta S$ mm	ETR mm	ETR/J mm	$\frac{ETR}{ETP}$	Observations
26 - 3 - 80	T <sub>03</sub>	81,5		- 1,38	5,1	0,42	0,11	
	T <sub>13</sub>	75,2		- 3,52	7,2	0,60	0,15	
	T <sub>231</sub>	64,6	3,7	- 2,00	5,7	0,47	0,12	
	T <sub>230</sub>	64,3		- 2,76	6,5	0,54	0,14	
8 - 4 - 80	T <sub>03</sub>	89,5		+ 8,07	17,9	1,34	0,31	
	T <sub>13</sub>	84,1		+ 8,91	17,1	1,31	0,30	
	T <sub>231</sub>	71,6	26,0	+ 6,98	19,0	1,46	0,34	
	T <sub>230</sub>	73,4		+ 9,05	16,9	1,30	0,30	
24 - 4 - 80	T <sub>03</sub>	64,1		-25,47	26,8	1,67	0,34	T03 et T13 éva- potranspirent plus que T23
	T <sub>13</sub>	62,4		-21,73	23,0	1,44	0,30	
	T <sub>231</sub>	53,8	1,3	-17,81	19,1	1,19	0,25	
	T <sub>230</sub>	58,5		-14,91	16,2	1,01	0,21	
8 - 5 - 80	T <sub>03</sub>	58,1		- 6,00	6,0	0,43	0,08	Les plantes souffrent de sécheresse. Nous sommes au niveau correspondant au point de flétrissement
	T <sub>13</sub>	58,0		- 4,42	4,4	0,31	0,06	
	T <sub>231</sub>	46,9	0	- 6,90	6,9	0,49	0,09	
	T <sub>230</sub>	54,9		- 3,52	3,5	0,25	0,05	
								Stock d'eau à pF 4,2 #50 à 55mm sur 60cm de sol. Stock d'eau à pF 2,7 # 115mm sur la même profondeur

Tableau 342.f Bilan hydrique 1979-1980

## Bloc VI Zone d'épandage

Date des relevés	Parcelles	Stock mm	Pluie mm	$\Delta S$ mm	ETR mm	ETR/J mm	$\frac{ETR}{ETP}$	Observations
4 - 8 - 79	T <sub>161</sub> T <sub>260</sub>	57,6 42,5						Stock d'eau à pF 2,7 / #150mm Stock d'eau à pF 4,2 / #75mm.
10 - 9 - 79	T <sub>161</sub> T <sub>260</sub>	94,5 73,9	16,6	+36,9 +31,40	18,5* 18,5*	0,5* 0,5*	0,10* 0,10*	Il y a apport d'eau par épandage de crue d'oued. Si ETR estimé à $\frac{ETP}{10}$ alors ETR = 18,5mm
20 - 9 - 79	T <sub>161</sub> T <sub>260</sub>	69,7 59,7	0	-24,80 -14,22	24,8 14,2	2,48 1,42	0,59 0,34	L'apport d'eau supplémentaire est alors 38,8 soit 2,3 fois la pluie tombée. * valeur estimée
3 - 10 - 79	T <sub>161</sub> T <sub>260</sub>	68,3 51,1	3,2	- 1,4 - 8,63	4,6 11,8	0,35 0,91	0,10 0,27	
26 - 10 - 79	T <sub>161</sub> T <sub>260</sub>	81,9 64,1	6,0	+13,6 +12,99	15,2* 15,2*	0,66* 0,66*	0,50* 0,50*	Avec ETR=0,5 ETP nous avons ETR = 15,2. L'apport est estimé à 22,8 mm.
8 - 11 - 79	T <sub>161</sub> T <sub>260</sub>	71,7 55,3	5,4	-10,2 - 8,84	+15,6 +14,2	1,20 1,09	0,61 0,56	
22 - 11 - 79	T <sub>161</sub> T <sub>260</sub>	68,0 51,9	0	- 3,66 - 3,43	3,7 3,4	0,26 0,24	0,16 0,15	
30-11 - 79	T <sub>161</sub> T <sub>260</sub>	67,1 50,3	4,7	- 0,91 - 1,58	5,6 6,3	0,70 0,78	0,45 0,50	

Tableau 342.f Suite

Date des relevés	Parcelles	Stock mm	Pluie mm	$\Delta S$ mm	ETR mm	ETR/J mm	ETR ETP	Observations
2 - 2 - 80	T <sub>161</sub>	62,1		- 5,02	14,6	0,23	0,12	Le stock d'eau de T26 étant trop bas il y a eu recharge d'abord.
	T <sub>260</sub>	55,0	9,6	+ 4,71	4,9	0,08	0,04	
13 - 2 - 80	T <sub>161</sub>	59,8		- 2,32	9,2	0,84	0,34	ETR=0,3 ETP ETR=8,1mm pour 11 jours. Apport de crue=11,6mm pour T26 situé plus en aval par rapport à T16
	T <sub>260</sub>	65,4	6,9	+10,42	8,1*	0,73*	0,30*	
21 - 2 - 80	T <sub>161</sub>	53,6		- 6,14	6,1	0,76	0,28	
	T <sub>260</sub>	59,3	0	- 6,11	6,1	0,76	0,28	
1 - 3 - 80	T <sub>161</sub>	88,9		+35,33	5,8*	0,72*	0,25	Si ETR=0,25 ETP alors ETR=5,8 Apport de crue 10m pour T16. Pas d'infiltration d'eau dans T26.
	T <sub>260</sub>	84,7	31,0	+25,42	5,6	0,70	0,24	
14 - 3 - 80			26,7					Pas de relevé
26 - 3 - 80	T <sub>161</sub>	97,5		+ 8,56	21,8	0,84	0,24	
	T <sub>260</sub>	112,2	3,7	+27,5	2,9	0,12	0,03	
8 - 4 - 80	T <sub>161</sub>	115,4		+17,83	8,2	0,63*	0,14*	*Il y a eu apport de crue non détectable par le relevé car faible /# 10mm. Alors ETR=8,2+10=18,2 ETR/J # 1,4
	T <sub>260</sub>	117,8	26,0	+ 5,59	20,4	1,57	0,36	
24 - 4 - 80	T <sub>161</sub>	87,6		-27,73	29,0	1,81	0,37	
	T <sub>260</sub>	79,0	1,3	-38,79	40,1	2,50	0,51	

L'examen des tableaux 42.c à 42.f, donnant les valeurs des variations de stock de l'ETR et du rapport ETR/ETP, ne nous permet pas de conclure sur l'existence de différence entre les différents traitements mis en comparaison. Le bloc VI de la zone d'épandage a reçu plusieurs épandages des crues d'oued. Compte tenu de l'ordre de grandeur du rapport  $\frac{\text{ETR}}{\text{ETP}}$  des périodes qui suivent nous pouvons avoir une valeur approchée de l'eau infiltrée lors de ces épandages. Elle peut être de un tiers à 4 fois la pluie tombée. Remarquons que les épandages ne restent pas suffisamment longtemps pour amener à saturation les 60cm de sol que nous avons considérés. Ainsi la pratique des tabia retenant l'eau pendant plusieurs jours permet de mouiller le sol au maximum de leur capacité de rétention et sur une grande profondeur.

La méthode du suivi de l'évolution du profil avec l'humidimètre à neutron donne des résultats satisfaisants, surtout quand on étudie les variations du stock. Ainsi pour les parcelles du glacis du Telmam nous avons pu contrôler les variations de stock d'eau dans le sol pendant toute la période de septembre à mai-juin et déterminer avec une bonne précision les valeurs de l'évaporation réelle sous culture.

Nous avons les résultats globaux suivants :

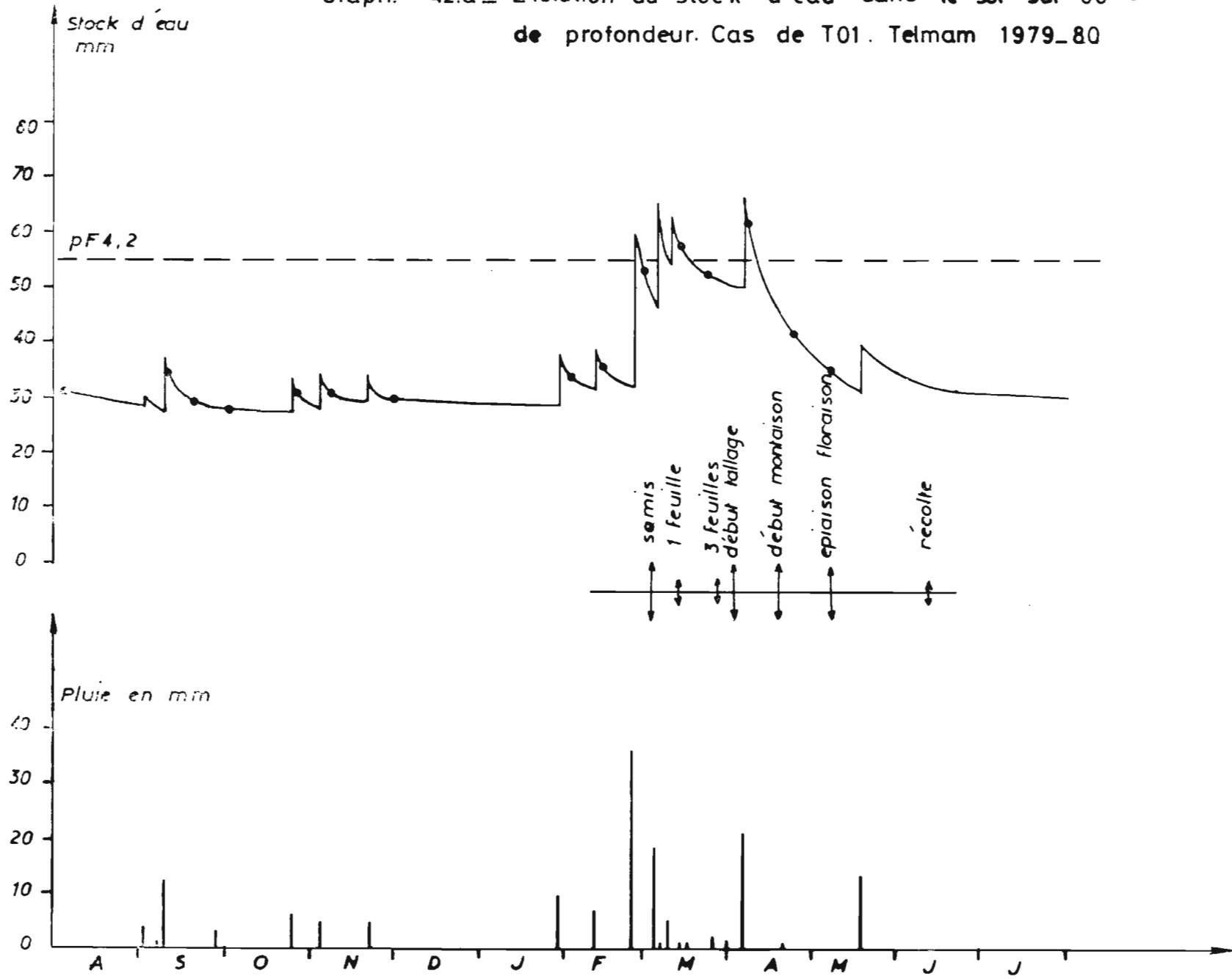
		Stock départ	Stock final	$\Delta S$	Pluie	ETR	$P - (ETR + \Delta S)$
Bloc I	T <sub>01</sub> Sur 269 jours	30,3	34,7	+ 4,4	140,9	135,7	0,8
	T <sub>210</sub> Sur 159 jours	36,8	41,8	+ 5,0	105,0	105,2	-5,2
Bloc II	T <sub>121</sub>	23,7	30,0	+ 6,3	141,1	134,6	0,2
	T <sub>221</sub>	30,6	41,0	+10,4	141,1	150,1	-19,4
	T <sub>221a</sub>	31,1	34,8	+ 3,7	105,2	101,5	0
	T <sub>220</sub>	31,4	36,0	+ 4,6	105,2	100,6	0
Bloc III	T <sub>03</sub>	61,1	58,1	- 3,0	105,2	103,5	4,7
	T <sub>13</sub>	56,1	58,0	+ 1,9	105,2	95,3	8,0
	T <sub>231</sub>	41,9	46,9	+ 5,0	105,2	93,4	6,9
	T <sub>230</sub>	45,0	54,9	+ 9,9	105,2	91,4	3,9

L'eau de pluie durant la campagne a été retrouvée dans le sol et dans l'évapotranspiration à plus de 90%. Les manipulations par pesées de terre donnent des résultats beaucoup moins fiables.

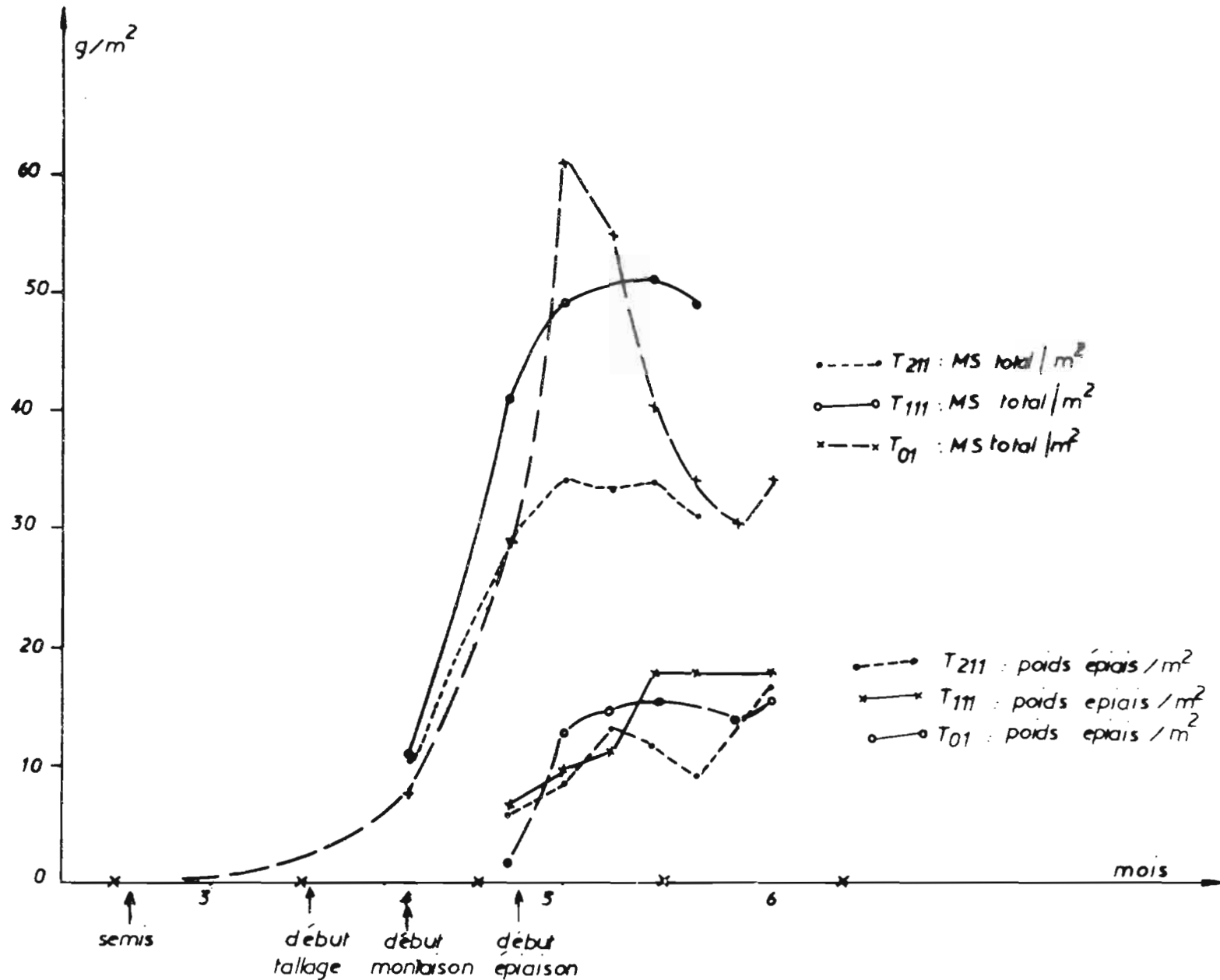
### 342.2 Evolution du stock d'eau dans le sol et le cycle cultural du blé.

Nous commentons deux cas types. L'un concerne le moyen glacis où il n'y a pas eu d'apport d'eau supplémentaire et l'autre concerne la zone d'épandage où les eaux de crue de l'oued ont débordé plus de deux fois.

Graph. 42.a - Evolution du stock d'eau dans le sol sur 60 cm de profondeur. Cas de T01. Telmam 1979-80

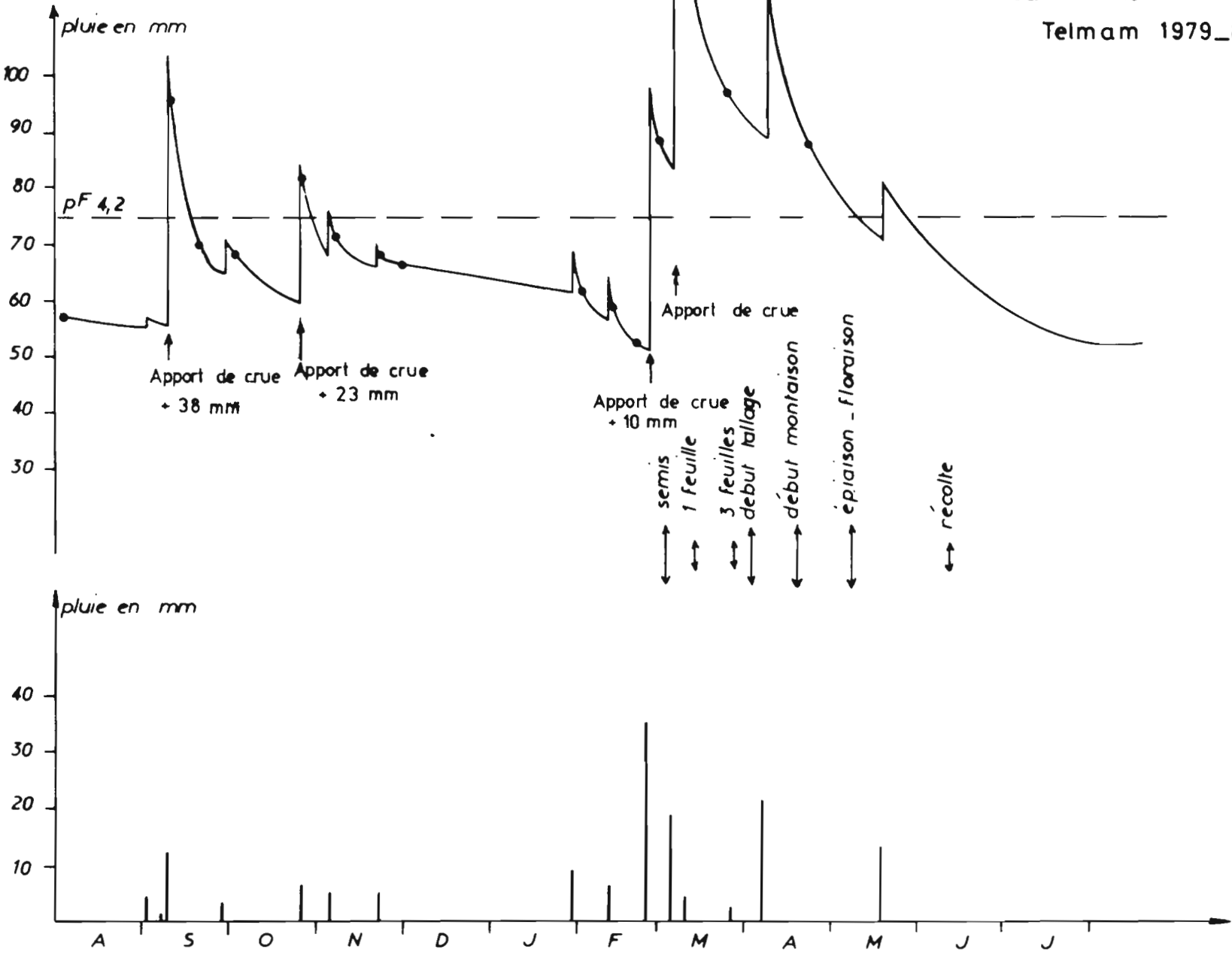


Graph. 42.b\_ Evolution de la matière sèche totale

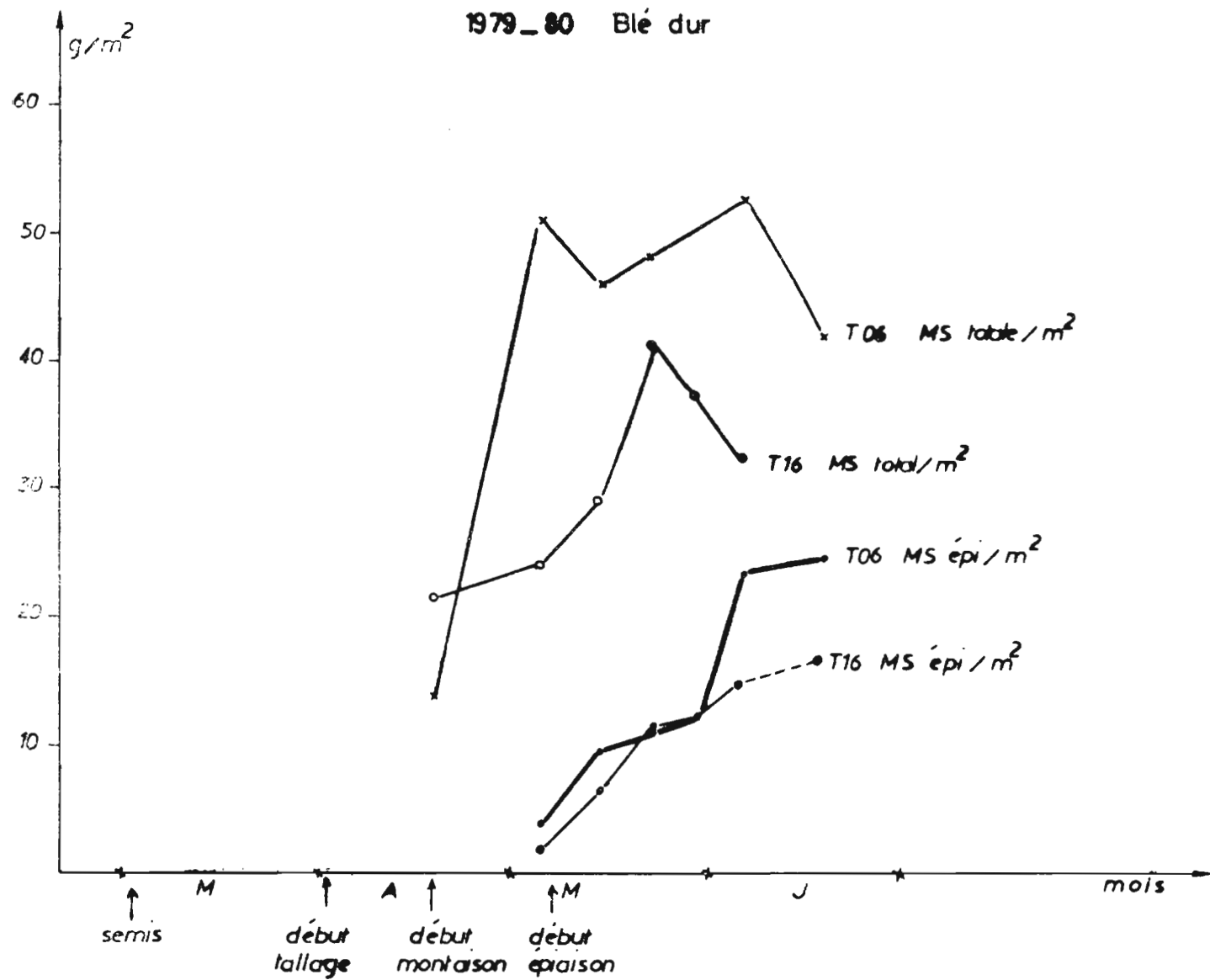




Graph. 42.c - Evolution du stock d'eau dans le sol sur 60 cm de profondeur  
cas de T161. zone d'épandage  
Telmam 1979\_80



Graph. 42.d - Zone d'épandage. Telmam  
1979\_80 Blé dur



Le graphique 342.a nous montre qu'il n'y a pas de semis possible avant le 1er mars, le stock d'eau dans le sol est nettement en dessous de celui du point de flétrissement calculé pour pF 4,2. Ce dernier peut être estimé à 60mm pour 60cm de sol, toutefois nos calculs sont basés sur des déterminations de densité apparente de valeur variable d'un prélèvement à l'autre et des données de laboratoire sur l'humidité pondérale à pF 4,2 qui est aussi très variable d'une détermination à l'autre. Ainsi les valeurs trouvées pour le stock considéré varie de 50 à 65 mm pour 60 cm de sol. Nous optons sur le graphique pour la valeur de 55 mm.

Les deux pluies de janvier et février ont servi pour remonter le niveau du stock. Avec les pluies de fin février le stock du sol dépasse le point de flétrissement et reste cependant largement au dessous de l'humidité correspondante à la capacité au champ estimée à 115mm pour 60 cm de sol.

Notre semis du mois de mars s'est trouvé dans de bonnes conditions pour germer et croître. La phase se situant entre la levée (1 feuille le 13 mars, 3 feuilles le 27 mars, début tallage le 2<sup>e</sup> avril) et le tallage se trouve dans les meilleures conditions hydriques de la campagne avec le stock dépassant celui du point de flétrissement. Il en est de même de la période du tallage. Par contre la montaison puis l'épiaison et la floraison ainsi que la maturation des graines se passent dans des conditions extrêmes de sécheresse. La pluie du 18 mai n'a pas apporté d'amélioration à la situation.

Etant donné cette disponibilité en eau seulement à la phase avant montaison nous pouvons nous attendre à voir les variations de rendements

expliqués essentiellement par le nombre de grains au m<sup>2</sup>, car le poids de 1000 grains devrait être particulièrement bas. Le calcul du coefficient de corrélation linéaire entre le rendement en grains et le nombre de grains au m<sup>2</sup> donne alors 0,777 significatif statistiquement pour 42 couples de données des blocs I, II et IV des tableaux 341.2 et 341.4.

L'équation de régression serait alors, avec y=rendement en grains exprimé en g/m<sup>2</sup>

$x = \text{nombre de grains/m}^2$

$y = 0,0155 x + 1,1939.$

Le rapport ETR/ETP pendant les phases qui devraient être actives ne dépasse pas 0,30, ce qui est très faible.

La représentation graphique de l'évolution de la matière sèche totale produite et celle du poids des épis au m<sup>2</sup> montre le ralentissement très net de la fabrication de matière sèche à partir du 5-7 mai. Le poids des épis ne varie plus à partir de cette date. Remarquons que la période active de fabrication de matière sèche du 18/4 au 14/5 se situe au moment où le stock d'eau dans le sol est inférieur à celui du point de flétrissement habituellement à pF 4,2.

Le cas de la zone d'épandage est différent grâce aux eaux des crues de l'oued. Ainsi l'examen du graphique 342.c nous montre qu'on aurait pu très bien semer dès fin septembre avec le niveau du stock supérieur à celui du point de flétrissement (estimé à 75mm).

Nous avons pu relever 4 crues de l'oued arrivant au niveau de nos parcelles. Les apports de début de saison, en automne, quand la terre est sèche, sont absorbés en quantité nettement supérieure à celle des pluies. Quand le niveau du stock est élevé les apports des crues sont moins retenus.

Le cycle cultural commençant en mars se place entièrement dans des périodes à disponibilité en eau suffisante pour la plante. Les mauvais rendements obtenus sont imputables au mauvais semis et au travail du sol mal exécuté plutôt qu'au manque d'eau.

Remarquons que la croissance des épis continue (graphique 342 d) jusqu'à fin mai alors qu'au moyen glacis elle s'est arrêtée vers le 15 mai. Le rapport ETR/ETP en zone d'épandage est voisin de 0,50 pour les phases actives de la végétation (avril-mai).

Pour répondre à cette question de savoir si le travail du sol doit être effectué avant les pluies d'automne, nous ne pouvons apporter les éléments de réponse car la pluviométrie de l'année a été trop faible pour le glacis moyen sauf peut-être pour la zone d'épandage où il y a apport d'eau supplémentaire mais là nous n'avons pas suffisamment de répétitions pour mettre en évidence les différences éventuelles.

### 3.5 CONCLUSIONS SUR L'EXPERIMENTATION EN MILIEU CONTROLE

L'expérimentation menée au Telmam sur les questions posées issues du suivi agronomique en milieu réel de production a permis d'apporter des éléments de réponse.

Faut-il abandonner le travail du sol avec le polydisque qui retourne et émiette exagérément le sol? A cette question la réponse doit être nuancée. En sol limono-sableux à sablo-limoneux le polydisque arrive à ameublir une épaisseur de sol de 15 cm en moyenne quand l'appareil travaille dans de bonnes conditions d'humidité et d'attention de la part du tractoriste. Ce volume de sol est ensuite bien exploré par les

racines permettant à la plante, dans un peuplement clair, de résister à de longues périodes de sécheresse.

Les appareils à dents tels que cultivateur canadien ou chisel n'améliorent pas cette épaisseur de sol vis à vis du fonctionnement du système racinaire de la plante. Le profil hydrique suivi en 1979-1980 comme en 1977-1978 n'a pas permis de conclure à une meilleure accumulation d'eau dans les 60 premiers cm de sol. Par ailleurs le semis en sec effectué avant les pluies d'automne n'a pas donné de résultats supérieurs. Au contraire, derrière chisel et particulièrement pour la campagne 1979-1980, le sol a été fortement pulvérisé et tassé par les passages répétés de roues de tracteur, la levée a été presque nulle. Une forte pellicule de battance s'est rapidement formée après les deux pluies de fin d'hiver et a constitué une barrière efficace contre la poussée des plantules qui restent emprisonnées sous terre.

Ces observations nous amènent à considérer avec intérêt l'itinéraire technique suivant qui permettrait d'améliorer le profil cultural et donc le comportement de la plante vis à vis du sol et de l'alimentation en eau. Un passage de chisel à sec avant les pluies d'automne permet d'ouvrir le sol en profondeur et de casser les mottes entre les passages de dents; il facilite l'infiltration de l'eau de pluie d'automne et le travail qui suit. Le semis à la volée à la dose de 25Kg/ha suivi d'un passage de polydisque correctement appliqué permettent un semis assuré contre les aléas des pluies à venir. Le peuplement serait alors de 25 à 40 pieds par m<sup>2</sup>.

Le suivi du profil hydrique avec l'humidimètre à neutron "Solo 20" a donné des résultats fiables. Nous sommes amenés à constater que le blé dur cultivé dans les conditions arides arrive à fabriquer de la matière

sèche même quand le niveau du stock d'eau dans le sol est nettement inférieur à celui correspondant au pF 4,2 habituellement retenu comme point de flétrissement.

En zone d'épandage où existent fréquemment des infiltrations dues au débordement des eaux des lits d'oued lors des crues, la connaissance de la valeur ETR/ETP permet d'avoir une estimation de l'eau supplémentaire ainsi apportée. L'évolution du stock d'eau du sol le long du cycle de culture de la plante a permis de mettre en évidence la relation entre le rôle du nombre de grains au m<sup>2</sup> dans l'élaboration du rendement et la disponibilité de l'eau du sol pendant la période de fin d'hiver et début du printemps (février-mars)

## 4- CONCLUSIONS GENERALES

Les résultats obtenus dans le suivi agronomique en milieu réel de production, alliés à ceux issus de l'expérimentation en milieu contrôlé nous permettent d'apporter quelques éléments de raisonnement pour une meilleure compréhension des pratiques agricoles réalisées et pour des propositions d'amélioration. Ainsi le suivi à Ouled Mansour comme au Telmam a montré que les zones d'épandage et les aménagements en tabia apportent, par l'existence d'une eau supplémentaire, une récolte de 4 à 6 quintaux/ha en année moyennement sèche. Cette eau supplémentaire, connue par le suivi du profil hydrique en station contrôlée au Telmam, suffit à amener le stock d'eau à un niveau voisin de celui correspondant au point de flétrissement permettant à la plante d'accomplir ses fonctions photosynthétisantes indispensables à l'élaboration de la matière sèche pendant la période végétative comme pendant celle de grossissement de la graine.

Sans apport d'eau supplémentaire, en année moyenne ou légèrement sèche, la récolte est pratiquement négligeable. Elle est alors de l'ordre de 1 à 2 quintaux à l'ha en moyenne. Le stock d'eau est ici constamment en dessous du niveau de celui du point de flétrissement théorique, sauf en quelques courtes périodes de pluies. L'analyse de la répartition des pluies en liaison avec le suivi du stock d'eau dans le sol a permis de mettre en évidence que le rendement final est essentiellement lié au nombre de grains au m<sup>2</sup>. Cette dernière composante dépend de la période pluvieuse d'hiver et de début de printemps. Son étude permettra de préciser les variables sur lesquelles on peut agir, compte tenu de la disponibilité en eau du sol le long du cycle cultural. L'étude fréquen-



tielle des pluies à Gabès sur 75 ans et le calcul des réserves d'eau utile par FRANQUIN P. a montré l'existence d'une période favorable de disponibilité maximum d'eau se situant en février-mars. Cette période correspond à la phase tallage-début montaison pour le blé dur cultivé dans la zone. Les résultats du suivi en milieu paysan comme en expérimentation ont montré qu'elle agit sur le nombre de grains au m<sup>2</sup> laissant à la période suivante l'influence sur leur grossissement.

Enfin l'expérimentation apporte des indications concernant le travail du sol, le semis et le comportement de la plante en fonction des réserves d'eau dans le sol le long du cycle cultural. Elle a montré que tout tassement du sol est défavorable. Il favorise la formation de la pellicule de battance sur la terre pulvérulente. Celle-ci empêche la sortie de terre des plantules et le taux de levée se trouve ainsi fortement limité. Le tassement dû à la roue plombeuse du semoir limite le développement des racines séminales n'autorisant ainsi qu'un tallage très faible et une possibilité d'alimentation hydrique limitée.

La mise au point d'un itinéraire technique doit tenir compte des objectifs suivants: avoir un peuplement clair d'environ 30 pieds au m<sup>2</sup>, éviter tout tassement surtout sur des terres déjà rendues pulvérulentes, favoriser au maximum le développement et la croissance des racines dans le sens de la largeur comme dans le sens de la profondeur.

Une proposition peut être faite dans ce sens avec un passage de chisel en conditions sèches une année sur 3 ou 4, le semis à la volée à la dose traditionnellement pratiquée suivi d'un passage de déchaumeuse munie d'un train de disques plus large que l'écartement des roues AR du tracteur.

En année moyenne avec 40 mm de pluie en automne, 40 mm en hiver et 30 à 40 mm au printemps, l'espérance de production en grains serait de l'ordre de deux à trois quintaux à l'ha en zone de moyen glacis sans apport d'eau supplémentaire et de 6 à 7 quintaux en zone d'épandage pouvant recevoir un apport d'eau supplémentaire. Ce niveau peut descendre à 4 - 6 quintaux par ha en année moyennement sèche avec un automne sans pluie. L'aménagement de petite hydraulique par des levées de terre ou tabias permettant de canaliser les eaux puis de les laisser s'infiltrer en profondeur est toujours bénéfique. En zone de piedmont de tels aménagements délimitent de petites parcelles de l'ordre de quelques dizaines d'ares. Elles bénéficient des moindres écoulements d'eaux suite aux pluies de quelque importance (plus de 15 mm). Même en année à automne sec, avec les pluies de fin d'hiver à début printemps, le semis tardif peut apporter quelques quintaux à l'ha et deux à trois fois plus de paille. En zone de moyen glacis où la pente est douce, l'eau de ruissellement en surface ne se manifeste qu'avec de fortes pluies orageuses sur une terre déjà humidifiée. Les aménagements en tabias dans cette zone peuvent ne fonctionner qu'avec une fréquence inférieure à une année sur cinq. Les tabias sont ici longs de plusieurs centaines de mètres. La bande de terre soumise à leur effet est peu large, de l'ordre d'une dizaine de mètres et son importance dépend de l'intensité des pluies et de la surface servant d'impluvium. Mais dès que le travail du sol a eu lieu, la surface du sol devient suffisamment rugueuse pour que le ruissellement soit stoppé pour tout le reste du cycle des pluies (sauf pour de fortes pluies orageuses) et ceci malgré la formation rapide de la pellicule de battance sur les terres à texture fine, tout autour des mottes comme entre les mottes. Dans cette zone, les agriculteurs mettent souvent en culture sans aménagement en tabias. L'effet des eaux de ruissellement ne se constate qu'en quelques mètres de bordure des champs. La production en grains ici ne dépasse guère un à deux quintaux en année moyennement sèche. En zone d'épandage où la pente est très faible à nulle, chaque crue de l'oued, suite à des pluies même de

faible importance, amène des eaux qui permettent une immersion temporaire d'étendue de terre plus ou moins importante de part et d'autre du chenal. Les aménagements en tabias augmentent alors considérablement le stock d'eau dans le sol. Les parcelles touchées peuvent être de dimension importante pouvant dépasser plusieurs ha. La production est assurée même en année moyennement sèche. En bonne année pluvieuse, le rendement peut dépasser la tonne de grains. Se pose alors avec plus d'acuité le problème de maladies cryptogamiques et de calage du cycle de développement de la plante.

La période la plus favorable pour le semis se situe entre octobre et novembre. Au-delà de fin janvier, le semis ne permet plus qu'une production de paille et un peu de grains. Quand les pluies sont tardives, l'agriculteur ne met en valeur que les parcelles à régime d'approvisionnement hydrique favorable pour la culture de pastèque. La production de paille de céréales pour les animaux n'est pas prise en considération par lui, car le parcours au printemps fournit, sans frais, une végétation abondante quand la pluie est suffisante. Quant au problème de la position du semis par rapport aux pluies d'automne, les résultats donnés par l'expérimentation sont nets : les semis effectués avant les pluies ne sont pas à conseiller sur les terres à texture fine où la pellicule de battance se forme rapidement après quelques pluies, les graines germées se trouvent arrêtées dans la sortie de terre et le taux de levée est alors extrêmement bas (moins de 10 %).

Nous avons contribué à la recherche sur l'utilisation des eaux de ruissellement dans le Sud tunisien par la mise en application d'une démarche alliant le suivi du milieu réel de production et l'expérimentation en station contrôlée. Ce type de démarche a l'avantage de prendre en compte les problèmes réels posés dans la pratique agricole. Les résultats de l'expérimentation, replacés dans le contexte du milieu réel de production, servent alors à élaborer des voies d'amélioration. Celles-ci doivent être

ensuite testées dans le contexte du milieu paysan avant de pouvoir servir de thèmes d'action dans une opération de développement agricole.

Dans la pratique de cette recherche, outre l'acquisition des connaissances déjà citées, des efforts de formation ont été fournis à tous les niveaux depuis le personnel d'exécution jusqu'aux élèves chercheurs en passant par des stagiaires techniciens supérieurs.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BOIFFIN J., SEBILLOTE M., COUVREUR F., Incidence de la simplification du travail du sol sur l'élaboration des rendements du blé et du maïs. ITCF France.

BOURGES J., FLORET C., PONTANIER R., 1977 .- Etude d'un milieu représentatif du Sud tunisien (type "segui"). Citerne Telmam. ORSTOM Tunisie, 147 p.

CAMUS H., 1980 .- Recherches en milieu méditerranéen aride (oued Zita-Sud tunisien). Rapport de campagne hydrologique 1977-1978.- ORSTOM DRE Tunisie, 32 p ronéo.

CHARFEDDINE F., 1981 .- contribution à l'étude de la production céréalière en sec d'exploitations du Sud tunisien, zone de Zougrata. Rapport 2è année ORSTOM, IRA GABES.

COLOMBANI J., 1973 .- Etude des contributions respectives au total annuel de pluie des averses journalières de différentes classes. ORSTOM DRES TUNISIE.

COMITE NATIONAL FRANCAIS DE MAB, 1975 .- Projet 3 et 4 du MAB : Région méditerranéenne, programme ARIDMED, juin 1975.

COQUE R., 1962.- La Tunisie présaharienne, étude morphologique. Chapitre II Les glacis de piedmont pp 253-309. Armand Colin 1962, 476 p.

DAUDET F.A., LESPINAT P.A., 1969 .- Etude avec un humidimètre à neutrons du bilan hydrique naturel d'une culture. Agron. Tropic. 1969, XXIV (12), 1157-1167, 5 ref. biblio.

DAUDET F.A., VACHAUD G., 1977 .- La mesure neutronique du stock de l'eau du sol et de ses variations. Application à la détermination du bilan hydrique. Ann. Agron., 1977, 28 (5), 503-519.

FLORET Ch., PONTANIER R., 1978 .- Relations climat-sol-végétation dans quelques formations végétales spontanées du Sud Tunisien. (production végétale et bilan hydrique des sols), Inst. Rég. Arides - Medenine, Dir. Ress. Eau et Sols Tunis., CEPE/CNRS Montpellier et ORSTOM Paris, 96 p. annexes.

FLORET Ch., LE FLOCH E., PONTANIER R., ROMANE F., 1978.- Modèle écologique régional en vue de la planification et de l'aménagement agro-pastoral des régions arides. Application à la région de Zougrata. Inst. Rég. Arides-Medenine, PNUD Projet TUN 69/001, CEPE/CNRS Montpellier et ORSTOM Paris, 74 p., 1 carte.

FRANQUIN P. Analyse fréquentielle du climat. Calcul de ETR, programme de calcul automatique ORSTOM SSC Bondy France.

FRANQUIN P. 1980 .- Production de masse, production de nombre et rendement. Cah. ORSTOM, sér. Biologie, n° 42, 1980, 3-7.

MANICHON H., 1978.- Mode d'emploi pour les fiches d'observation de l'état du sol au champ. Document de travail INA PG Agronomie, 16 p., 4 fiches.

PAPY Fr. 1977 .- Cours d'agronomie. Institut agronomique et vétérinaire HASSAN II, Rabat, Maroc.

POISSONNET J., RIOUX J.A., SIMON B., 1977 .- Action complémentaire coordonnée, lutte contre l'aridité en milieu tropical. Mission d'identification et d'évaluation financière de projets de recherche en Tunisie (1 au 11 février 1977). Rapport de mission, DGRST, Comité LAT, 51p., annexes.

POUGET M., 1980 .- Les relations sol-végétation dans les steppes Sud Algéroises. Travaux et documents de l'ORSTOM n° 116, 555 pages.

RIOU Ch. 1980 .- Une formule empirique simple pour estimer l'évapotranspiration potentielle moyenne en Tunisie. Cah. ORSTOM, sér. Hydrol., vol. XVII, n° 2, 1980, 129-137.

SEBILLOTTE M. 1979 .- Rapport de mission DGRST ORSTOM IRA, 7 p. Dactyl.

VACHAUD G., DANCETTE C. et al., 1978 .- Méthodes de caractérisation hydrodynamique in situ d'un sol non saturé. Application à deux types de sol du Sénégal en vue de la détermination des termes du bilan hydrique. Ann.Agron.,29 (1), 1978, 1-36.

## P L A N

1- INTRODUCTION	
1.1- L'action Agronomie du projet "SEGUI".....	p. 3
1.2- Les objectifs de recherche et la démarche suivie.....	p. 4
1.3- Méthodologie.....	p. 6
1.4- Les conditions de réalisation des travaux effectués dans le Sud tunisien.....	p. 7
2- ENQUETE EN MILIEU REEL DE PRODUCTION	
2.1- Le choix des zones d'étude.....	p. 8
2.2- Le choix des unités d'observations.....	p. 9
2.3- Le milieu physique.....	p.10
2.4- La culture céréalière dans le contexte de l'unité de production.....	p.30
2.5- Le suivi agronomique en milieu réel de production.....	p.38
3- EXPERIMENTATION	
3.1- Les trois campagnes d'essais agronomiques....	p.55
3.2- Les problèmes posés.....	p.56
3.3- Protocole expérimental.....	p.56
3.4- Les résultats et discussions.....	p.65
3.5- Conclusions sur l'expérimentation.....	p.96
4- CONCLUSIONS GENERALES.....	p.99
5- REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	p.104