

SECRETARIAT D'ETAT AU PLAN ET A L'ECONOMIE NATIONALE
SOUS-SECRETARIAT D'ETAT A L'AGRICULTURE


Sous-Direction H. E.R.
SECTION DE PEDOLOGIE

PARCELLE D'ESSAI DE KSAR RHILANE

RESULTATS DES 15 ANNEES D'ESSAIS

Par Ch. BALDY (Laboratoire de Bioclimatologie de l'I. N. R. A. T.),
J. P. COINTEPAS & J. M. POUGET, Pédologues O. R. S. T. O. M.

E - S 66


ARCELLE D'ESSAI DE KSAR RHILANE

Résultats de 15 années d'essais -

Par :

Monsieur Ch. BALDY (Laboratoire de Bioclimatologie
de l'I.N.R.A.T.).

" J.P. COINTEPAS (Pédologue O.R.S.T.O.M.)

" J.M. POUGET (Pédologue O.R.S.T.O.M.)

ARCELLE D'ESSAI DE KSAR RHILANE

Résultats de 15 années d'essais

AVANT PROPOS

I.- CLIMATOLOGIE ET BIOCLIMATOLOGIE DE L'OASIS DE KSAR RHILANE

1°)- INTRODUCTION

Implantation des stations climatiques et situation générale de l'Oasis.

2°)- ETUDE DES FACTEURS DU CLIMAT

21.- Précipitations

22.- Températures

221 . Sous Abri

222 . Amplitudes thermiques

223 . Sommes de Températures

224 . Fréquence des gelées

225 . Température du sol en surface.

23.- Vents

231 . Vitesses

232 . Directions

233 . Siroccos et vents de sable

24.- Humidité relative et Température du point de rosée.

25.- Evaporation sous abri et évapotranspiration

251 . Evaporation sous abri

252 . Calcul de la Formule de Bouchet, dite
" du Piche corrigé " - son échec

253 . Evapotranspiration Thornthwaite
Ses limites de fiabilité.

3°)- CONSEQUENCES AGRONOMIQUES DES MODIFICATIONS MICROCLIMATIQUES ET
CONCLUSIONS GENERALES.

II.- LA PARCELLE D'ESSAI

1°)- Conditions générales dans lesquelles se sont déroulés les essais,

- 11.- Le sol
- 12.- L'eau d'irrigation
- 13.- La nappe phréatique
- 14.- Préparation du terrain et travaux de protection
- 15.- Personnel employé

2°)- Les cultures

- 21.- Oliviers
- 22.- Palmiers-dattiers
- 23.- Les cultures fourragères
 - 231 . La luzerne
 - 232 . Le Sorgho fourrager
 - 233 . Autres espèces fourragères.
- 24.- Les céréales
- 25.- Le Coton
- 26.- Autres essais

3°)- Conclusion de l'expérimentation

III.- CONCLUSIONS GENERALES - RECOMMANDATIONS POUR LA MISE EN VALEUR DU PERIMETRE DE KSAR RHILANE ET DES PERIMETRES A CREER DANS LES DAHARS.

// -) VANT PROPOS

En 1952 le captage de la nappe artésienne albiennaise permettait la création d'un périmètre irrigué d'une centaine d'hectares dans la garaet Bou Flidja. Devant l'ampleur et la nouveauté des problèmes soulevés par la mise en valeur de cette zone, le service pédologique met en place dès 1952 une parcelle d'essai de Ha destinée à renseigner sur les possibilités culturales de la région et sur l'évolution du sol par irrigation continue à l'eau salée. A partir de 1954 l'installation d'un poste météorologique apportait les données climatiques indispensables. De 1960 à 1967 un second abri placé dans l'oasis permettait au service de Bioclimatologie de l'I.N.R.A.T. de compléter l'étude climatologique de la région.

L'expérimentation s'est poursuivie pendant près de 15 ans malgré des difficultés considérables dues à des conditions climatiques très rudes et à un isolement quasi total qui mirent à dure épreuve, le personnel technique chargé de l'entretien de la parcelle d'essai. C'est grâce au courage et à l'endurance de ce personnel (1) dont la fidélité ne s'est jamais affaiblie pendant ces 15 ans que nous présentons les résultats de cette expérimentation.

(1) MM. BELGACEM Djedidi - Agent Technique
SALAH Djedidi - Ouvrier Spécialisé
BECHTR Ben Abdesslem - Ouvrier Spécialisé

I. - CLIMATOLOGIE ET BIOCLIMATOLOGIE DE L'OASIS

DE KSAR RHILANE

Par : Ch. BALDY (Laboratoire de Bioclimatologie

de l'I.N.R.A .T.)

1. - On renvoie aux notes de la Section de Pédologie du HER publiées précédemment ; " Note préliminaire concernant le périmètre de Ksar Rhilane " par P. DESSUS SSEPH 432/E Nov. 1952 et " Compte rendu concernant la parcelle d'essais de Ksar Rhilane (1952-1966) par J.P.COINTEPAS ES-30-1960, et à la note de mise au point pour la période 1960-1966 (J.P.COINTEPAS et M.POUGET,1967) qui précède celle-ci.Le but de ces études est de fournir un ensemble de documents aussi complets et précis que possible aux utilisateurs éventuels,tant tunisiens que d'autres Pays homologues (Lybie,Maroc, Algérie,Egypte,...) confrontés avec les problèmes de mise en culture sur de nouvelles ressources en eau.

Dans les pages qui suivent,on se contente d'exploiter les données recueillies pour tirer les conclusions nécessaires à la Tunisie.Dans une étude à paraître dans les Annales de l'Institut National de la Recherche Agronomique en Tunisie,on cherchera à généraliser l'expérience de 14 ans ainsi réalisée,et à proposer des méthodes. Grâce au travail commun effectué par les spécialistes de Pédologie et de Bioclimatologie qui se sont succédés, un certains nombre de conclusions et de résultats assez techniques,installés sur le terrain dans des conditions difficiles,ont permis d'accumuler un nombre de données remarquable - qu'ils en soient remerciés ici.

Un abri complet comportant un télévent (vitesse et direction instantanées) pour l'anémométrie,et les appareils classiques (Thermographe, Hygrographe,Psychrométrie,Evaporomètre de Piche,Thermomètres Maxi et Mini, Pluviomètre) a été installé en 1954 hors de l'oasis (poste " ERG ").

Il a été complété en 1960 par un second abri,installé lui dans l'oasis ,ne comportant ni Télévent ni Pluviométrie,mais par contre une installation d'Evapotranspiromètre type Thornthwaite modifié (arrosage par dessus),engazonné en Pennisetum Clandestinum.

Le dispositif a été complété par 2 anémomètres totalisateurs Casella à 1m 50,l'un dans l'oasis,l'autre sur l'Erg,permettant de comparer les vents passés,et relevés 3 fois par jour.

Toutes les observations sont effectuées 3 fois par jour,et on n'a eu que peu de données manquantes ou fausses,ce qui est à souligner tout spécialement compte tenu des difficultés locales.

Des mesures de Température du sol ont été effectuées dans l'oasis à partir de 1961, et quelques mesures complémentaires ont été faites par les spécialistes à l'occasion de visites.

L'oasis est située dans une dépression, et elle est actuellement assiégée par le sable, en particulier du côté Est et Nord-Est. Elle est alimentée en eau par un forage établi en 1952 et repris en 1963, titrant $4,7 \text{ gl}^{-1}$, ce qui est déjà élevé, mais avec une forte teneur en sulfates, sur des sols sableux. On renvoie à l'étude pédologique à ce sujet, ainsi qu'au sujet des cultures qui ont été entreprises.

21- La pluie à Ksar Rhilane

Un pluviomètre association a fonctionné depuis 1954 à la Station. A l'exception de 4 mois (Janvier et Février 1954, Novembre et Décembre 1957) durant lesquels les observations ont manqué, on a la série complète des pluies sur 13 ans. Cette série est trop courte pour pouvoir tirer des conclusions générales, mais on peut l'étudier cependant, car elle est déjà assez complète pour nous renseigner sur l'évolution des précipitations au cours de l'année.

Le Tableau n° 2.1 présente, mois par mois et année par année, les données mensuelles de précipitations. En 2.1.1. on donne les pluies mensuelles, en 2.1.2. le nombre de jours de pluie (y compris les traces, très nombreuses), et en 2.1.3. les pluies maximales mensuelles de 24 h.

Le Tableau 2.2. regroupe les indications résumées essentielles sur les moyennes et médianes.

En 13 ans, on a relevé : 2 années complètes avec moins de 40 mm de pluie et 1 incomplète :

4 avec 40 à 60 mm

2 avec 60 à 80 mm

2 avec 80 à 100mm

et 2 avec plus de 140 mm, dont une incomplète.

On peut estimer que la moyenne générale doit se situer plutôt au voisinage de la médiane (60mm) que de la moyenne trouvée (70 mm). Cependant seule la connaissance à long terme de la fréquence des pluies fortes d'octobre à avril, sur 25 ans au moins, permettra de tirer quelques conclusions à

Tableau 2.1.1. = PLUIES A KSAR RHILANE

MOIS	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
JANV.	0,0	0,0	2,5	26,1	21,3	3,5	12,5	5,9	1,7	4,8	65,1	7,6	0,0
FEV.	0,0	8,2	6,4	0,0	1,5	4,6	0,0	0,0	0,5	2,1	0,3	6,2	0,0
MARS	0,6	3,5	30,0	0,0	0,0	0,0	3,8	14,1	24,5	4,9	3,9	23,4	26,0
AVRIL	4,9	17,0	0,0	49,1	1,5	0,0	8,5	15,0	3,5	7,0	12,8	8,7	19,2
MAI	4,8	1,5	0,0	0,0	0,0	4,0	1,5	0,4	0,0	5,1	0,0	2,0	0,6
JUIN	0,0	0,0	0,5	10,0	2,5	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	2,0
JUIL.	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AOÛT	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SEPT.	0,0	0,0	0,8	1,0	0,0	0,0	1,6	0,0	9,2	1,1	0,0	13,7	2,0
OCT.	7,5	7,7	0,8	56,4	20,2	0,5	0,0	8,7	5,0	6,1	0,0	0,0	26,1
NOV.	11,2	2,0	12,4	---	32,5	0,0	4,0	0,0	6,7	0,0	2,3	0,8	18,6
DEC.	9,3	6,9	5,3	---	8,6	14,3	2,9	0,0	13,2	6,2	56,3	7,8	0,3
TOTAUX	(38,8)	46,8	58,7	(1436)	88,1	26,9	43,8	44,1	64,3	37,3	145,7	70,2	94,8

2.1.2. = NOMBRE DE JOURS (Pluies ou traces)

JANV.	3	7	7	8	2	5	9	3	6	7	8	0
FEV.	3	5	1	4	5	0	1	6	8	2	1	2
MARS	2	6	1	2	2	3	3	8	5	5	8	9
AVRIL	7	1	6	3	1	6	4	6	8	5	5	5
MAI	5	1	3	1	1	6	3	0	5	3	3	5
JUIN	0	2	7	6	1	3	0	0	3	4	0	8
JUIL.	0	1	1	0	0	0	0	1	3	1	0	2
AOÛT	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0
SEPT.	5	6	4	2	4	3	0	4	7	0	9	5
OCT.	6	5	10	3	8	1	5	2	4	4	8	8
NOV.	3	8	-	7	1	1	4	7	0	5	3	7
DEC.	7	5	-	5	2	6	1	3	8	9	7	3
TOTAUX	40	47	(41)	41	27	35	30	41	58	45	53	54

2.1.3. = PLUIE MAXIMALE EN 24^H DU MOIS

JANV.	0,0	2,5	25,5	10,5	3,5	6,5	2,2	1,7	3,0	<u>39,0</u>	3,6	0,0
FEVR.	<u>8,2</u>	3,0	0,0	1,0	2,0	0,0	0,0	0,5	1,2	0,3	6,2	0,0
MARS	2,5	16,3	0,0	0,0	0,0	3,8	11,6	9,0	2,9	2,0	10,5	<u>26,0</u>
AVRIL	10,0	0,0	<u>23,5</u>	1,5	0,0	3,5	12,0	3,5	7,0	9,5	8,5	10,1
MAI	1,0	0,0	0,0	0,0	4,0	1,5	0,4	0,0	<u>5,1</u>	0,0	2,0	0,6
JUIN	0,0	0,5	7,5	2,5	0,0	<u>9,0</u>	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	2,0
JUIL.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AOÛT	0,0	0,0	<u>1,0</u>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SEPT.	0,0	0,8	1,0	0,0	0,0	1,6	0,0	9,2	0,8	0,0	<u>12,5</u>	2,0
OCT.	7,0	0,8	19,5	19,0	0,5	0,0	7,2	5,0	6,1	0,0	0,0	15,0
NOV.	2,0	3,7	---	19,5	0,0	4,0	0,0	4,8	0,0	1,8	0,8	12,0
DEC.	2,1	3,4	---	4,5	10,3	1,3	0,0	12,2	5,2	<u>36,0</u>	3,9	0,3

2.1.4. MOYENNES ET MEDIANES DES PLUIES 1954-66

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ANNEE
Pluie moyenne mm	12,6	2,5	9,5	11,5	1,5	2,2	0,0	0,1	2,3	10,7	7,5	10,9	71,1
médiane mm	5,0	1,0	3,9	8,5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,8	6,1	3,2	7,8	(36,9)
médiane annuelle	-----												58,7
Nombre de jours total de pluies 0,1 mm	5,5	3,2	4,5	4,8	3,0	2,8	0,7	0,4	4,1	5,3	4,2	5,1	43,6
Pluies maximales en 24 h mm	39,0	8,2	26,0	23,5	5,1	9,0	0,5	1,0	12,5	19,5	19,5	36,0	-----
Fréquence des mois secs pour 10 ans	1,7	3,3	2,3	1,5	3,8	5,4	9,2	9,2	4,6	2,3	2,5	0,8	-----
Fréquences des Pluies par Classes mm	2	4	3	2	5	7	12	12	6	3	3	1	
0- 0,1													
0,1- 9,9	6	8	5	6	8	5	1	1	6	7	5	8	
10,0-19,9	1	0	1	4	0	1	0	0	1	0	3	2	
20,0-39,9	2	0	4	0	0	0	0	0	0	2	1	0	
(152 cas) + 40,0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	

propos de la réalimentation des nappes. On voit dès à présent qu'on n'a pas eu une seule fois de pluie supérieure à 10 mm en Février ni en Mai, alors que les autres mois d'hiver la fréquence de ces pluies oscille de 25 à 40% des cas. Les pluies de Mars sont les plus régulièrement importantes, celles de Décembre les plus fréquentes : on a moins d'une chance sur 10 d'avoir un mois de Décembre sec.

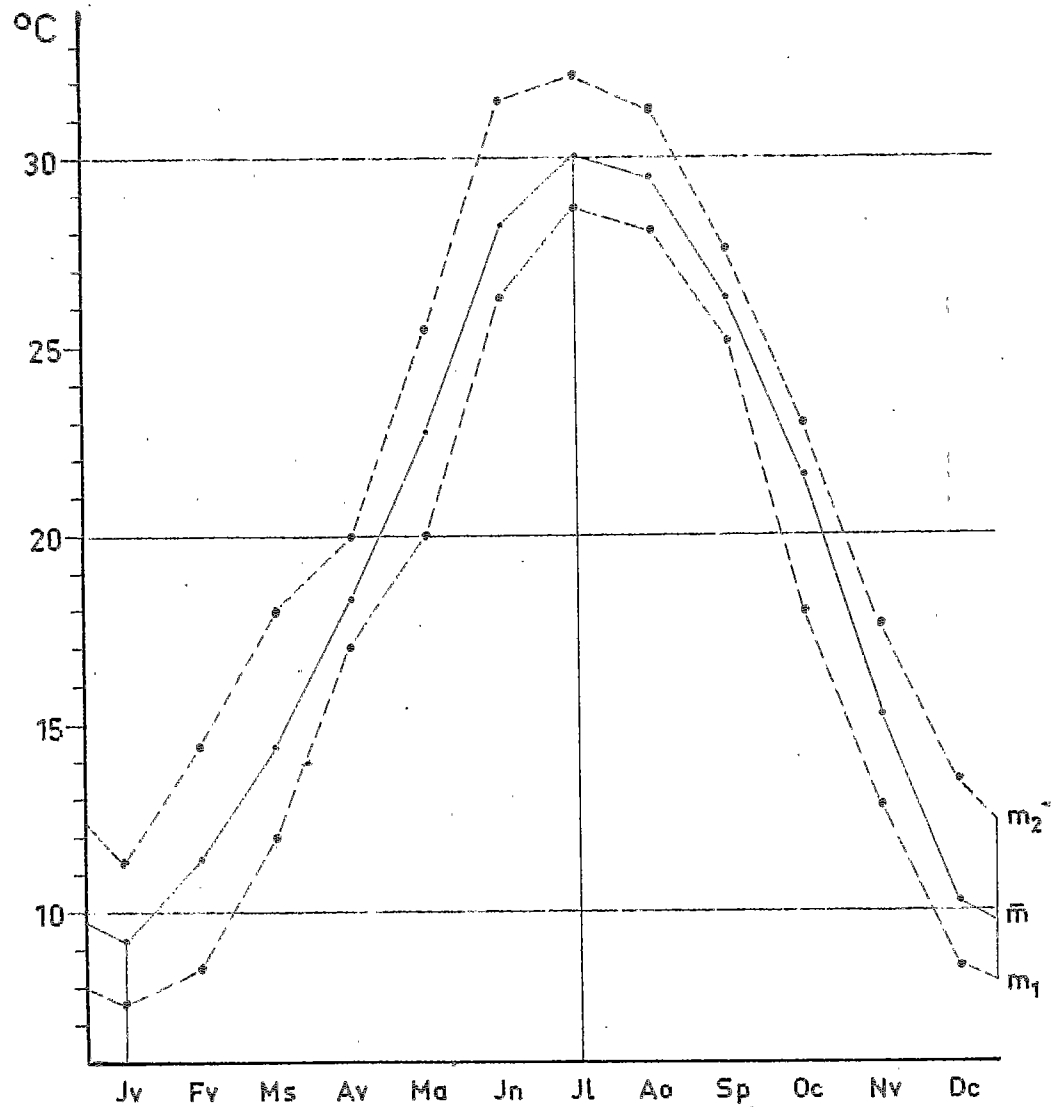
La courte série ne permet aucune conclusion quant aux liaisons éventuelles entre pluies d'automne et de printemps. On a des pluies dès Septembre 1 an sur 2, et ceci est important pour le palmier dattier, qui en souffre beaucoup.

Près d'un jour sur 2 noté comme ayant comporté de la pluie n'a fourni que des traces. Celles-ci sont néanmoins importantes physiologiquement, car en milieu irrigué elles peuvent conduire à des développements parasitaires importants, surtout en fin d'été. C'est effectivement ce qu'on constate.

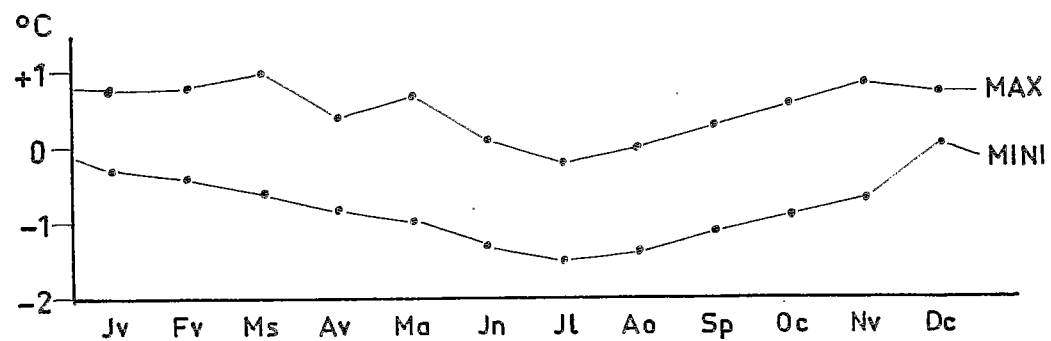
Enfin les plus fortes précipitations constatées en 24^h ne dépassent pas 39 mm ; contrairement à une idée fréquemment avancée les pluies sahariennes ne sont pas " diluviennes ". Elles sont souvent violentes, mais concentrées dans le temps. Il est regrettable qu'on n'ait pu avoir de pluviographe à Ksar Rhilane : les indications d'un tel appareil auraient été importantes. On relève cependant, dans les cahiers d'observation, que la durée de ces orages a rarement dépassé 6^h. Les pluies de 24^h ou plus sont faibles (10 à 15 mm au plus). Leur caractère exceptionnel ressort du Tableau des pluies maximales et des pluies de 10,0 à 19,9 mm, avec quelques orages (5 en 13 ans de plus de 20 mm).

Des observations directes permettant en outre de dire que la plupart de ces précipitations sont locales, sur quelques km² ou quelques centaines de km² au plus : si la notion de pluie moyenne régionale garde un sens, la pluie instantanée en un lieu donné n'en a guère. Il y a seulement lissage dû au hasard.

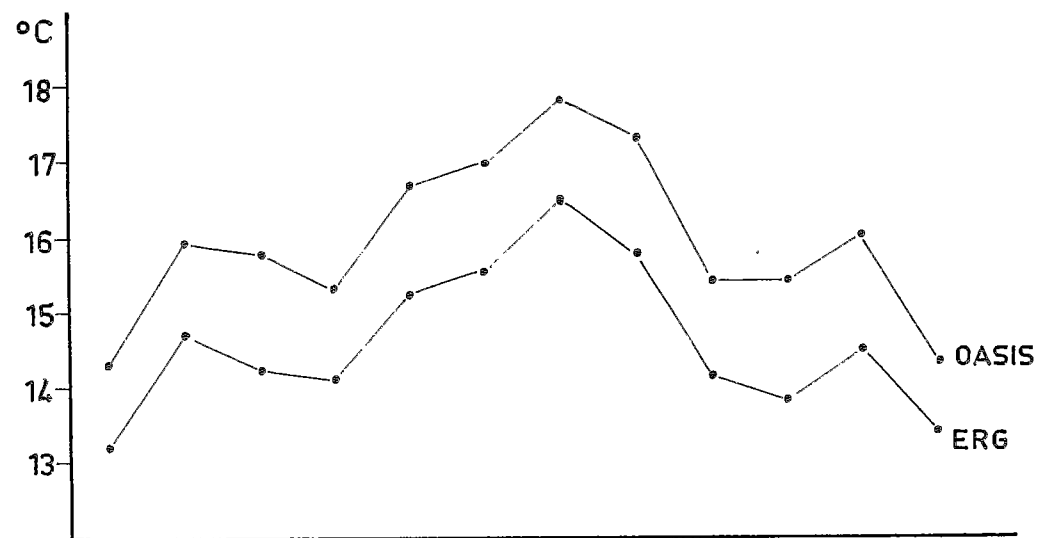
Les pluies d'automne ont un rôle non négligeable pour la végétation. Il en va de même pour les pluies d'Avril, qui permettent régulièrement un pâturage : ceci n'est plus exact plus à l'ouest en Algérie. On doit remarquer ici l'influence de la trouée de Tatahouine, qui amène assez souvent des précipitations jusqu'au niveau de Ksar Rhilane.



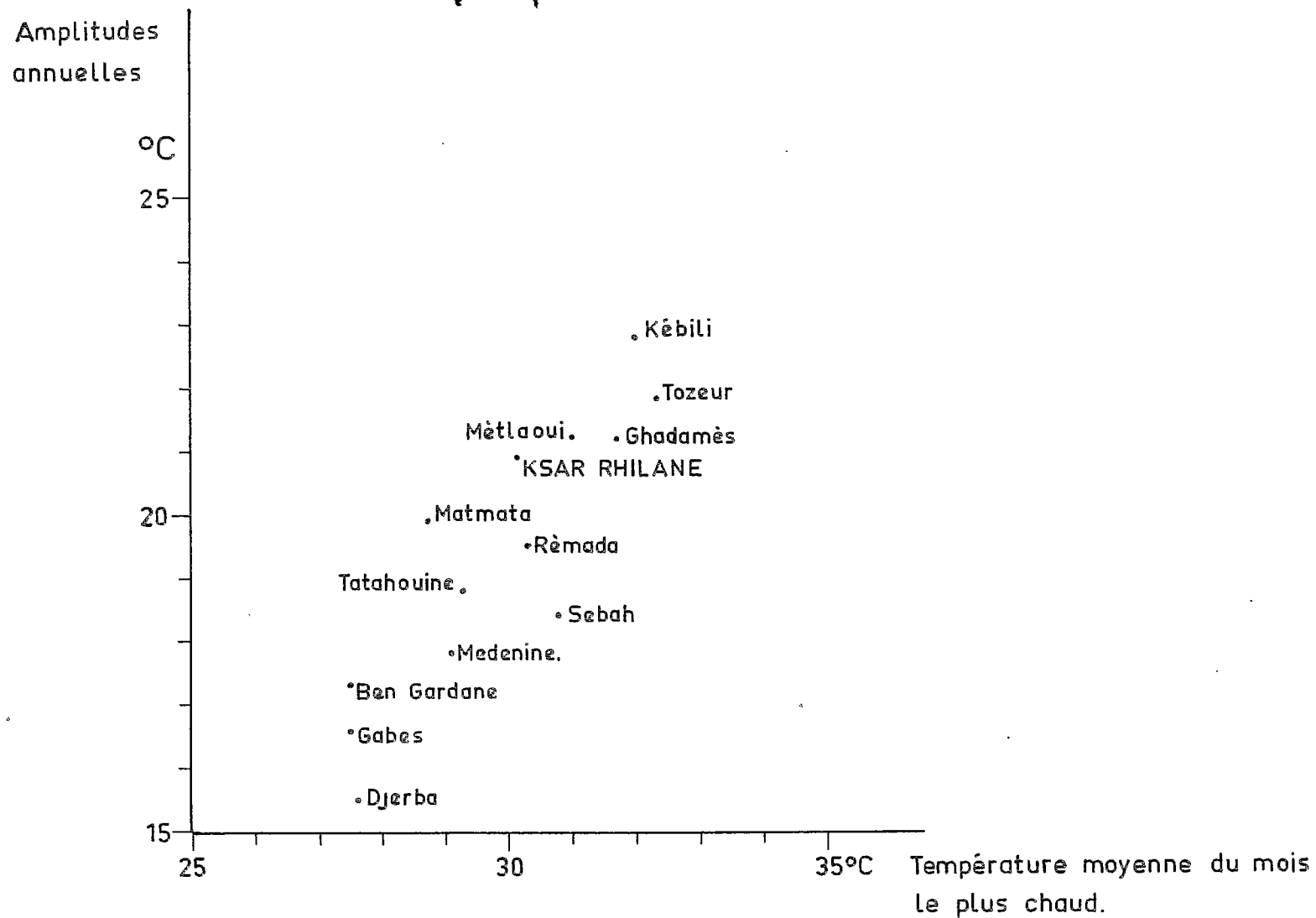
Températures moyennes mensuelles 1954 - 1966 à Ksar Rhilane Erg (I). m_1 moyenne mensuelle la plus froide. m^2 moyenne mensuelle la plus chaude.



22.12 Différences moyennes mensuelles 1962-1966 entre l'Erg et l'Oasis.
 MAX. Températures maximales MIN. Températures minimales.



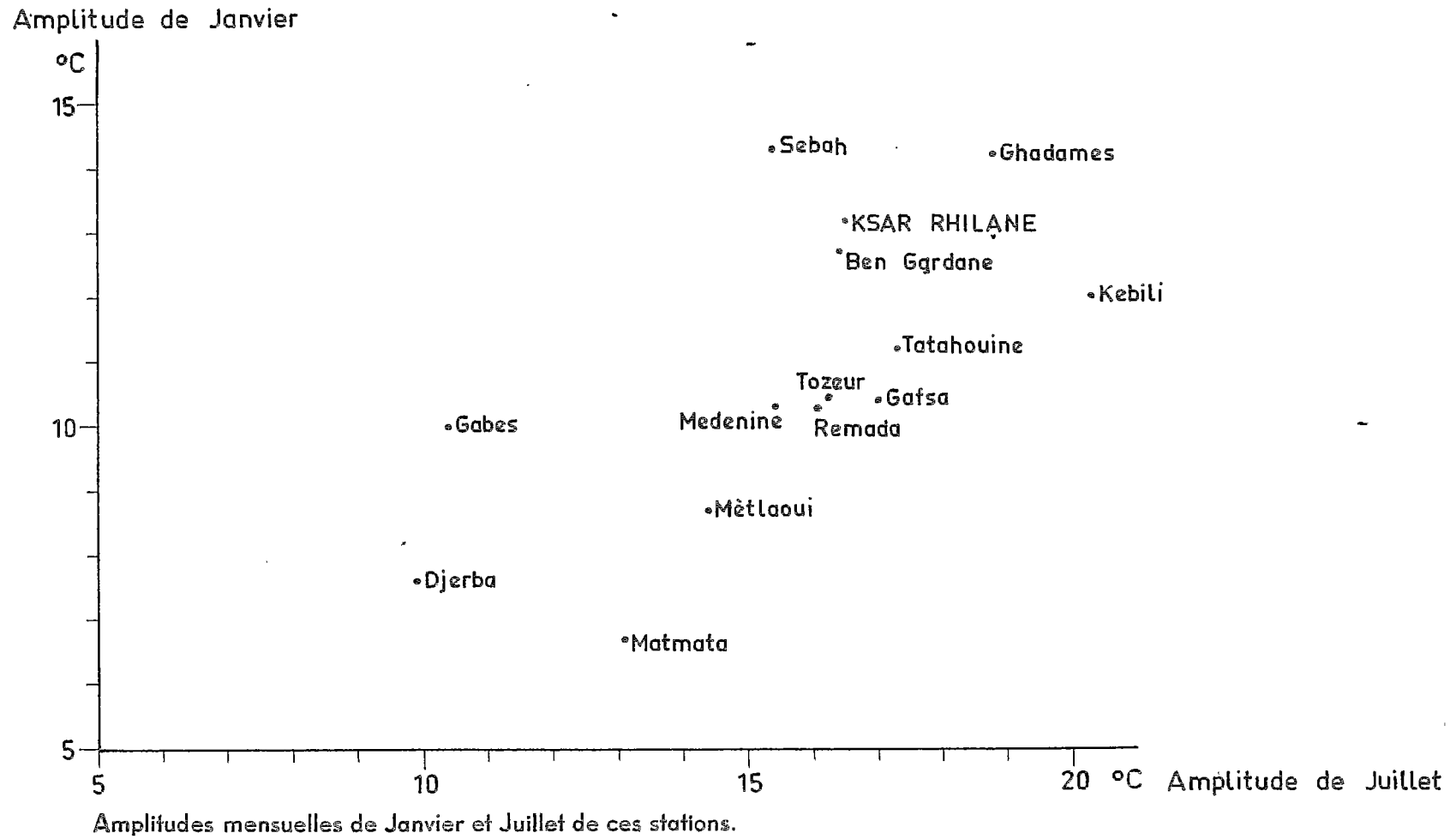
Amplitudes nycthémerales moyennes mensuelles sous abri dans l'Oasis et sur l'Erg.



AMPLITUDE ANNUELLE

Amplitudes annuelles (Juillet-Janvier) par rapport à la température moyenne de Juillet de stations sahariennes de Tunisie et du Fezzan.

AMPLITUDES MENSUELLES



22)- Températures de l'air et du sol en surface

221.- Températures sous abri

On a étudié les températures sous abri sur l'Erg de 1954 à 1966, dans l'Oasis de 1960 à 1966. Cependant les comparaisons entre les deux séries ont été faites sur les années homologues, pour éviter des écarts non significatifs.

On donne un tableau des maximums et minimums de température des deux stations en annexe (Tableaux résumés), et des graphiques destinés à montrer les différences systématiques existant entre les stations (N° 2211 et 2212) différences des maximums et des minimums (1962-1966), en comparant l'Oasis à l'Erg. On voit que les maximums sont régulièrement plus élevés, et les minimums plus bas, dans l'Oasis ; on a accentuation de la " continentalité " parallèlement à la création de l'"effet d'Oasis", dont on parlera plus loin (conséquences agronomiques).

222.- Amplitudes

Du même le N° 222 montre l'écart systématique dans les amplitudes nycthémérales (conséquence des différences constatées ci-dessus). Ces écarts ne sont pas considérables, mais sont néanmoins importants. Les valeurs des amplitudes à Ksar Rhilane surprennent d'ailleurs par leur constance. On les a comparées à d'autres stations climatiques du Sud sur les graphiques N° 2221 et 2222.

223.- Sommes de températures

Une autre notion importante en agronomie est celle de somme de température. On a calculée celle-ci pour les deux stations, en tenant compte plus particulièrement de la série de l'Erg (13 ans), plus significative, et on l'a comparée à d'autres stations du Sud dans les Tableaux N° 223 ci-dessous.

Contrairement à ce qu'on pourrait croire, Ksar Rhilane n'a pas un climat très chaud dans l'ensemble : comparé aux autres stations ci-dessous on voit qu'il avoisine étroitement Gafsa. Ceci est important pour la culture du palmier Déglet-En-Nour dans le Sud, on le verra au chapitre " conséquences agronomiques ". En hiver, on a 80 à 180° moins qu'à Kébili ou Tozeur, en été 300 à 500° de moins, selon qu'on considère l'un ou l'autre abri, et les températures en dessous de 0° ou de 15°.

223.1 Sommes mensuelles de Températures

223.2 Comparaison des sommes de Températures de quelques Stations du Sud

MOIS	Ksar Rhilane I		Ksar Rhilane II			0°C		15°C	
	0°C	15°C	0°C	15°C		1-XI 30-IV	I,V 31-X		
JANV.	285	0	310	0	GABES	2620	4483		1866
FÉV.	319	0	314	0	KSAR RHILANE	2423	4756		2114
MARS	446	8	466	9	II				
AVRIL	548	99	548	99	" I	2370	4845		2219
MAI	704	239	686	220	GAFSA	2330	4895		2219
JUIN	845	396	818	369	METLAOUI	2473	4939		2317
JUIL.	933	468	927	462	KEBILI	2505	5157		2607
AOUT	915	449	917	453	TOZEUR	2611	5172		2629
SEPT.	779	339	772	321					
OCT.	669	205	636	171					
NOV.	456	16	444	10					
DEC.	316	0	341	0					

On remarquera que l'effet d'Oasis se traduit par un certain réchauffement de la température moyenne en hiver, et par une légitime diminution de celle-ci en été.

D'autre part les températures moyennes en Octobre et Novembre baissent très rapidement à Ksar Rhilane ce qui entraîne une lenteur dans la maturation environ 4 ans sur 5.

224.- Fréquence des gelées

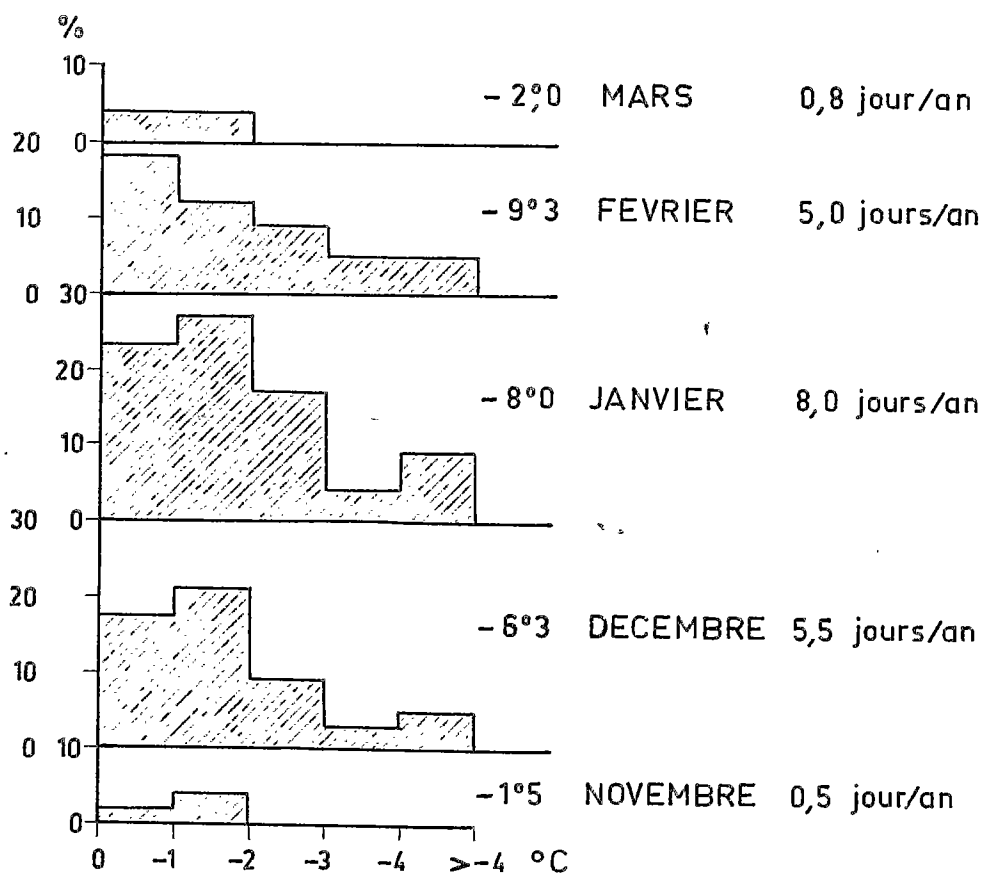
Le schéma ci-contre présente la répartition moyenne mensuelle des gelées sous abri à Ksar Rhilane I de 1954 à 1966. On voit que la fréquence de celles-ci est grande, et qu'en Décembre, Janvier et Février, la gelée est de règle chaque année.

On a en moyenne sur 13 ans 20 jours de gelée sous abri par an, répartis comme indiqués sur le graphique. Chaque année il gèle au moins 7 ou 8 fois, au plus 30 à 35 fois sous abri. Ce qui signifie en fait, compte tenu de la différence entre température de l'air sous abri et au sol, qu'au moins 15 à 20, au plus 75 à 90 jours par an, on aura une gelée (légère ou forte) au niveau du sol. Ceci interdit, on le voit d'envisager des cultures d'hiver délicates dans un tel milieu.

Cette fréquence des gelées est masquée sur les moyennes par les fortes amplitudes thermiques quotidiennes hivernales.

FREQUENCE % DU NOMBRE
DE JOURS DE GELEE SOUS ABRI
PAR MOIS

KSAR RHILANE 1954 - 1966



Fréquence % du nombre de jours de gelée sous abri par mois Ksar Rhilane | 1954 - 1966, gelée de degré en degré et minimum absolu mensuel.

225.- Température du sol en surface

On a effectué des mesures de longue durée des minimums et maximums atteints par le sol, On donne ci-dessous un Tableau présentant ces données moyennes pour 1961-1963 :

MOIS	MIN.	MAX.	MOY.	AIR LI.	Différences entre température sous abri et au sol.
JANV.	2.0	26.2	14.1	24.2	
FEV.	2.5	34.4	18.5	31.9	
MARS	5.8	34.1	20.0	28.3	Différence entre les maximums :
AVR.	11.0	42.6	26.8	31.6	Juillet = 22°0
MAI	14.7	50.7	32.7	36.0	Décembre = 7°0
JUIL.	18.3	51.5	34.9	37.2	
JUIL.	19.5	57.8	38.7	38.3	Différence entre les minimums :
AOUT	19.3	54.4	36.8	35.1	Décembre + 0°7
SEP.	17.1	51.3	34.2	34.2	Janvier + 2°7
OCT.	12.0	42.7	27.4	30.7	Juillet + 1°7
NOV.	7.2	31.1	19.2	23.9	
DEC.	0.7	26.1	13.4	25.4	

Extrême moyen 0°1 57°8
Extrême absolu -5°3 +64°0

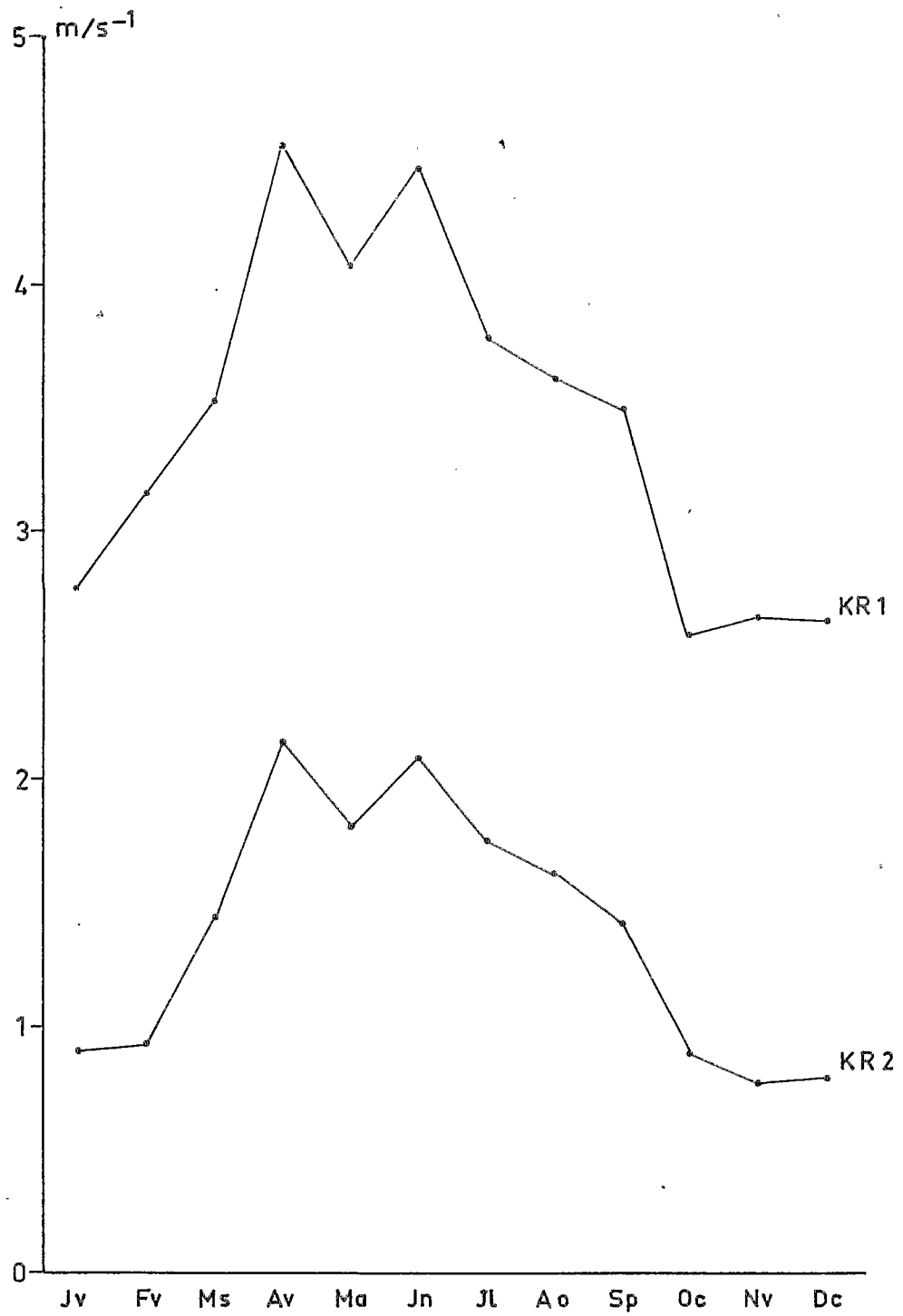
Le sol est plus froid la nuit, plus chaud le jour (1°c de moins la nuit, 7° à 22° le jour) que la température de l'air. D'autre part la moyenne, plus élevée que celle sous abri ne doit pas faire illusion : la plante, soumise à des gelées fréquentes, aura des difficultés à profiter de l'échauffement diurne si elle n'est pas résistante intrinsèquement.

23)- Les vents à Ksar Rhilane

On a dépouillé les vitesses et directions des vents à Ksar Rhilane, tant dans l'Oasis (Post. II) que sur l'Erg (Post. I). Le poste I a un fonctionnement de 13 ans, mais on a dépouillé la période 1954-1960 pour les directions, 1962-1967 pour les vitesses, en fonction des dépouillements déjà effectués et des dates d'installation des appareils, une étude portant sur 13 ans ne modifierait certainement pas les conclusions auxquelles on est arrivé, mais lierait mieux les moyennes.

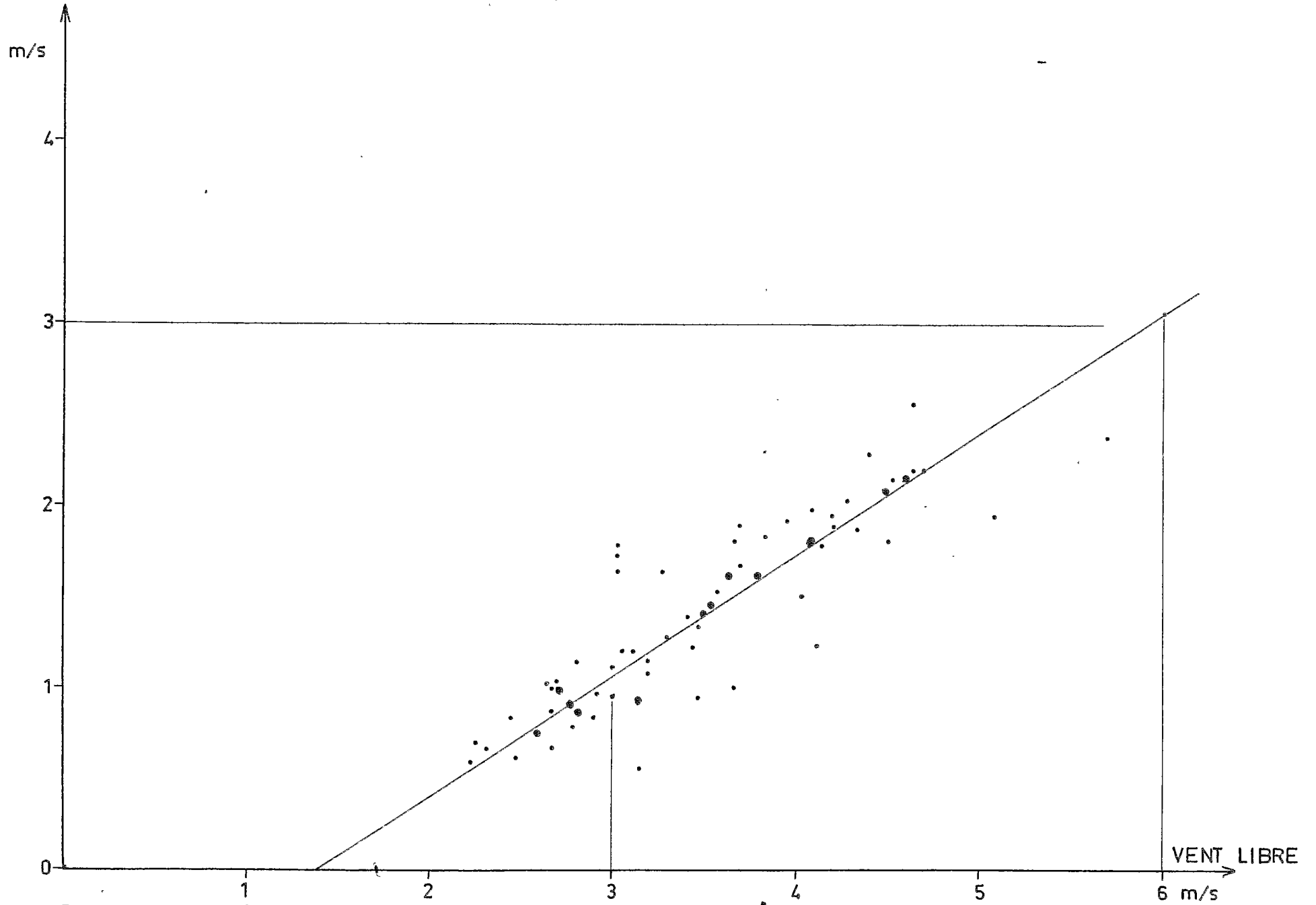
231.- Les vitesses

Le graphique ci-contre (231.1) présente l'évolution mensuelle des vitesses du vent au cours de l'année. Les vitesses moyennes mensuelles tampon-

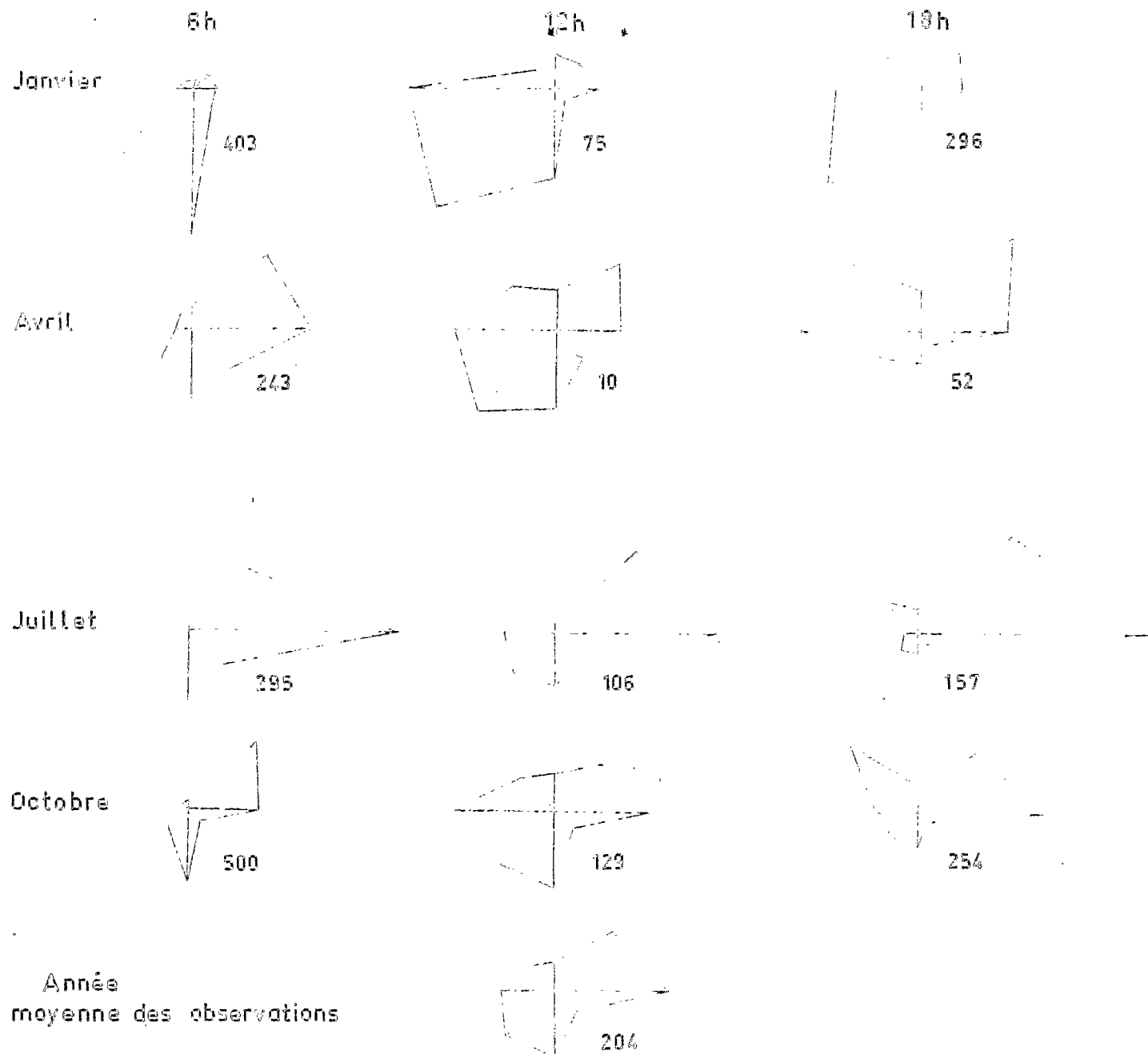


Vitesse moyenne mensuelle en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ du vent sur l'Erg et dans l'Oasis d'après les kilomètres passés

VENT DERRIERE ABRI



Rapport des vitesses du vent sur l'Erg et dans l'Oasis.

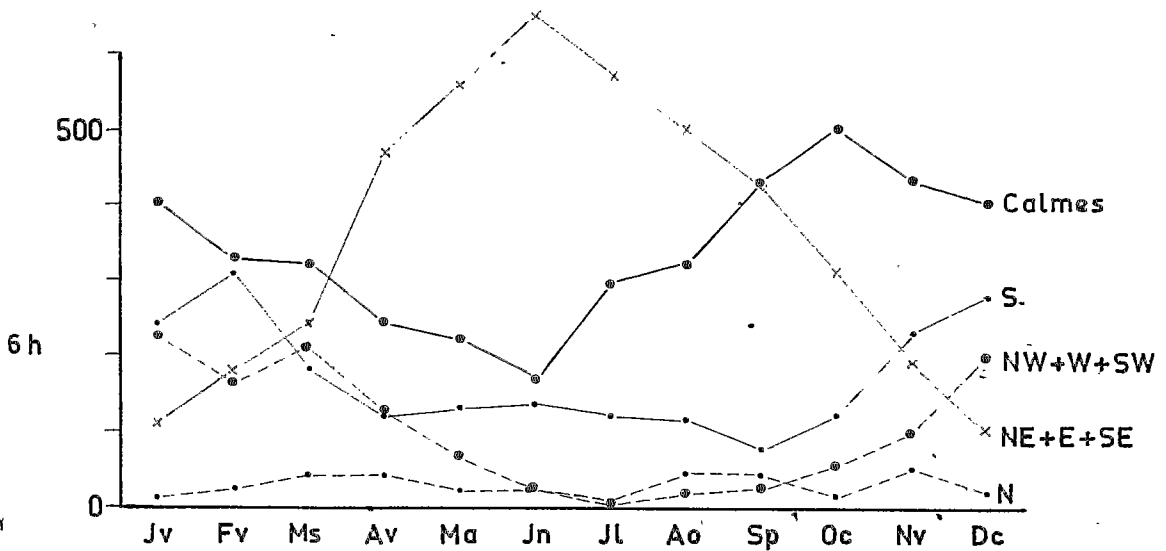
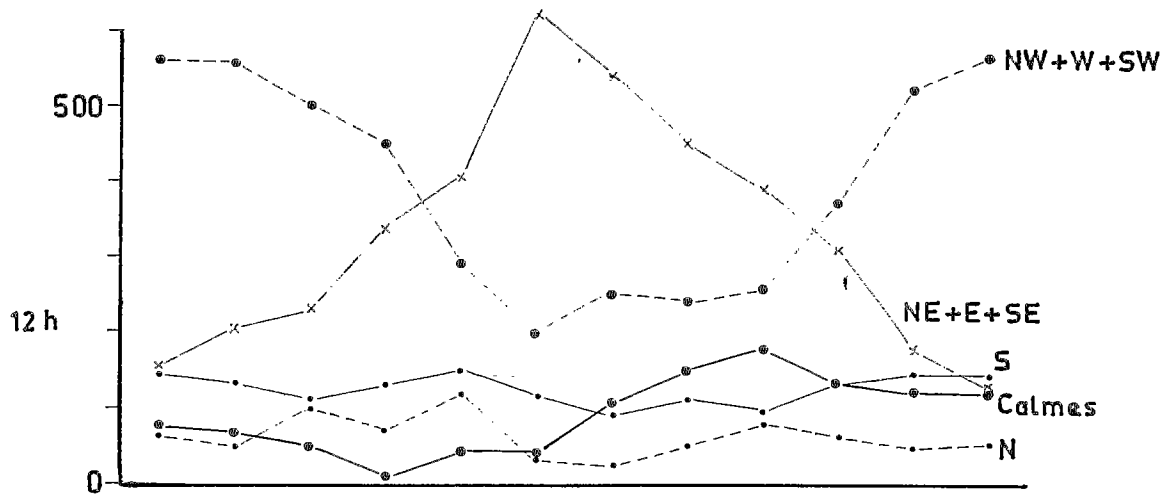
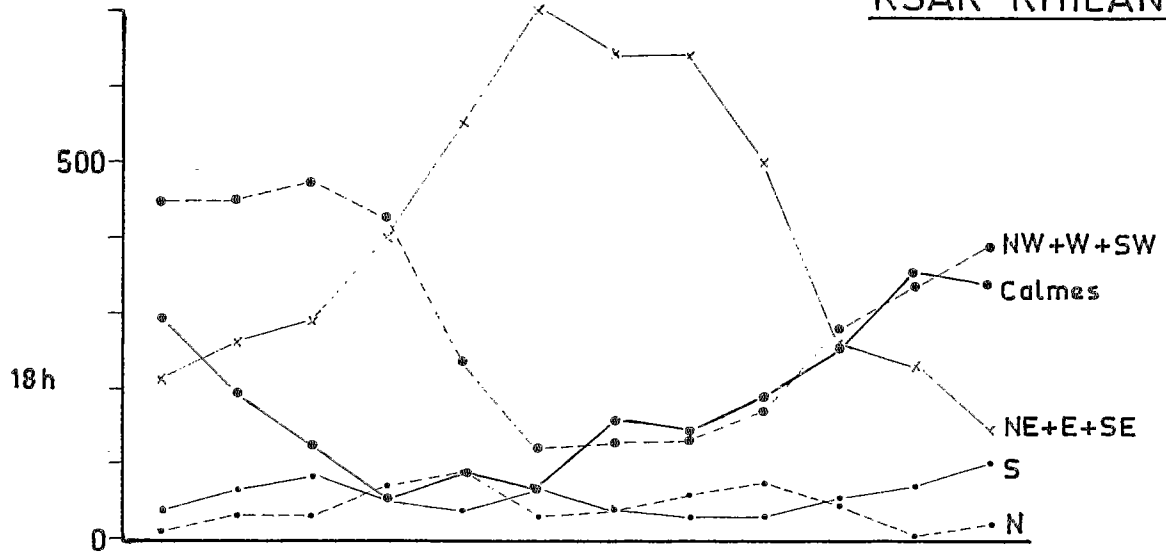


KSAR RHILANE - DIRECTIONS DES VENTS

Directions des vents à 6h, 12h, et 18h pour 4 mois caractéristiques et moyenne annuelle de la rose des vents.
Les chiffres à côté de chaque rose traduisent le nombre de rafales pour 1.000 observations.

DIRECTION DES VENTS

KSAR RHILANE 1954-1960



Directions des vents à Ksar Rhilane par mois, à 6^h, 12^h et 18^h. 1954-1960 -

On a regroupé les directions par affinités.

ment considérablement les pointes, et on a noté sur l'Erg des vitesses supérieures à 110 km.h^{-1} (30 m.s^{-1}) particulièrement de Mars à Juin. Par contre les vents d'hiver sont assez réguliers en vitesse, et on note peu de coups de vents violents, généralement inférieurs à 80 km.h^{-1} .

Le temps à manqué de faire la statistique complète des vents par vitesse et directions, mais celle-ci est réalisable, les documents existant.

On voit sur les graphiques l'évolution annuelle des vitesses : le vent, faible en hiver (Octobre à Janvier) croît régulièrement de Janvier en Avril où il culmine à plus de 4 m.s^{-1} de moyenne mensuelle sur l'Erg, ce qui est considérable. Il se maintient entre 4 et 5 m.s^{-1} d'Avril à Juillet, puis décroît régulièrement jusqu'en Octobre.

Le graphique des corrélations (231.2) Erg-Oasis montre que l'effet de brise-vent des tamaris est excellent à la distance à laquelle se trouvait l'anémomètre (environ 4 fois la hauteur des tamaris vers l'Ouest, le Nord et le Sud, et à environ 4 fois la hauteur des oliviers vers l'Est).

La corrélation linéaire calculée sur 5 ans : $y = 1,52 x + 5$, en km.h^{-1} montre que les vents libres très faibles (inférieurs à 5 km.h^{-1}) ne sont que peu ou pas enregistrés sur le totalisateur de l'Oasis. Ceci a été contrôlé sur les valeurs journalières pour des vents de Sud, Ouest et Nord; pour les vents d'Est la corrélation est moins bonne, ce qui est normal, car les oliviers constituent un brise-vent bien moins efficace que les tamaris. Ceci explique les fluctuations autour de la droite de régression.

232.- Les Directions

On a établi les roses des vents à 6^{h} , 12^{h} et 18^{h} pour les mois de Janvier, Avril, Juillet et Octobre, bien représentatifs des directions annuelles. On donne en outre la rose annuelle moyenne, qui montre une fois de plus à quel point elle est insuffisante pour comprendre les phénomènes (231.1).

On a établi d'autre part (232,2) un graphique présentant les vents mois par mois à 6^h, 12^h. Pour simplifier le dessus et le rendre plus lisible, on a regroupé les vents de SW, W et NW, SE, E et NE respectivement : on a été guidé dans ce regroupement, dont on sent l'arbitraire par l'examen des roses. On aurait pu modifier les regroupements en fonction de l'heure, mais les graphiques auraient perdu en homogénéité de lecture ce qu'ils auraient gagné en précision.

Les Calmes sont très importants la nuit et tôt le matin (6^h), surtout en automne et en hiver (Septembre à Janvier), ils diminuent en été pour passer par un minimum en Juin (moins de 20 %). Ils sont rares à midi (2 à 18 %) avec un maximum en Septembre et un minimum en Avril, (à corréler avec les vitesses moyennes mensuelles du vent); et le soir (18^h) ils oscillent comme à 6^h du matin avec un maximum en Novembre et un minimum d'Avril à Juin.

Les vents du Secteur Sud sont fréquents en hiver (Novembre à Mars), plus rares en été. Mais ils soufflent essentiellement le matin. A midi ils n'ont qu'une fréquence de 5 à 15 %, et le soir de 5 à 10 %.

Les vents du Nord sont également peu fréquents (5% dans l'année), mais soufflent surtout à midi, au printemps (Avril-Mai).

Les deux groupes de directions dominantes sont d'Est en été. Ouest en hiver (plus de 50 % des fréquences). Est seul atteint 45 % en Juin à 18^h, 40 % à 6^h et 33 % à 12^h. Ce sont aussi les vents les plus violents en moyenne on l'a vu plus haut. Ils sont relativement fréquents même en hiver, mais sont plutôt alors de NE ou de SE. On a plus de 60 % de fréquence du Secteur Est (E + NE + SE) en juin, atteignant 70 % à 18^h.

Ouest prédomine donc en hiver. Mais c'est essentiellement un vent diurne. SW prédomine d'ailleurs nettement, le matin à 6^h, mais tourne vers W ou même NW à 12^h, tandis qu'on a 20 à 25 % à 12^h et 18^h de vents d'Ouest de Janvier à Mars. Les vents de NW sont fréquents surtout au printemps (17 % en Mars Avril) et automne (15 % en Octobre) à 18^h.

233.- Influence des vents - Sirocco et vents de Sable

On a donc des vents de Sud le matin en hiver, tournant au Secteur Ouest dans la journée, d'Est en été, très stables, mais variant de SE à NE, avec de nombreux calmes le matin en hiver.

"Sirocco" et "vents de Sable" sont notés fréquemment par les observateurs, sirocco étant à entendre "vent desséchant" et "vent de sable" signifiant vent chargé de poussière de sable, avec effets tourbillonnaires le plus souvent.

Ces deux phénomènes ne sont d'ailleurs pas liés : les vents de type "sirocco" sont essentiellement caractérisés par la faible teneur en vapeur d'eau de l'air, et l'advection thermique au sein de la masse atmosphérique. Ils sont liés à des anticyclones et des dépressions situés soit dans le bas Sahara soit sur le Nord de la Tunisie ou la Petite Syrte, entraînant des appels d'air d'origine saharienne. Dans certains cas, on remarque que les observateurs ont noté "sirocco" des vents de Nord Est, qui sont en fait des effets de Foehn liés à la barrière des Dahars.

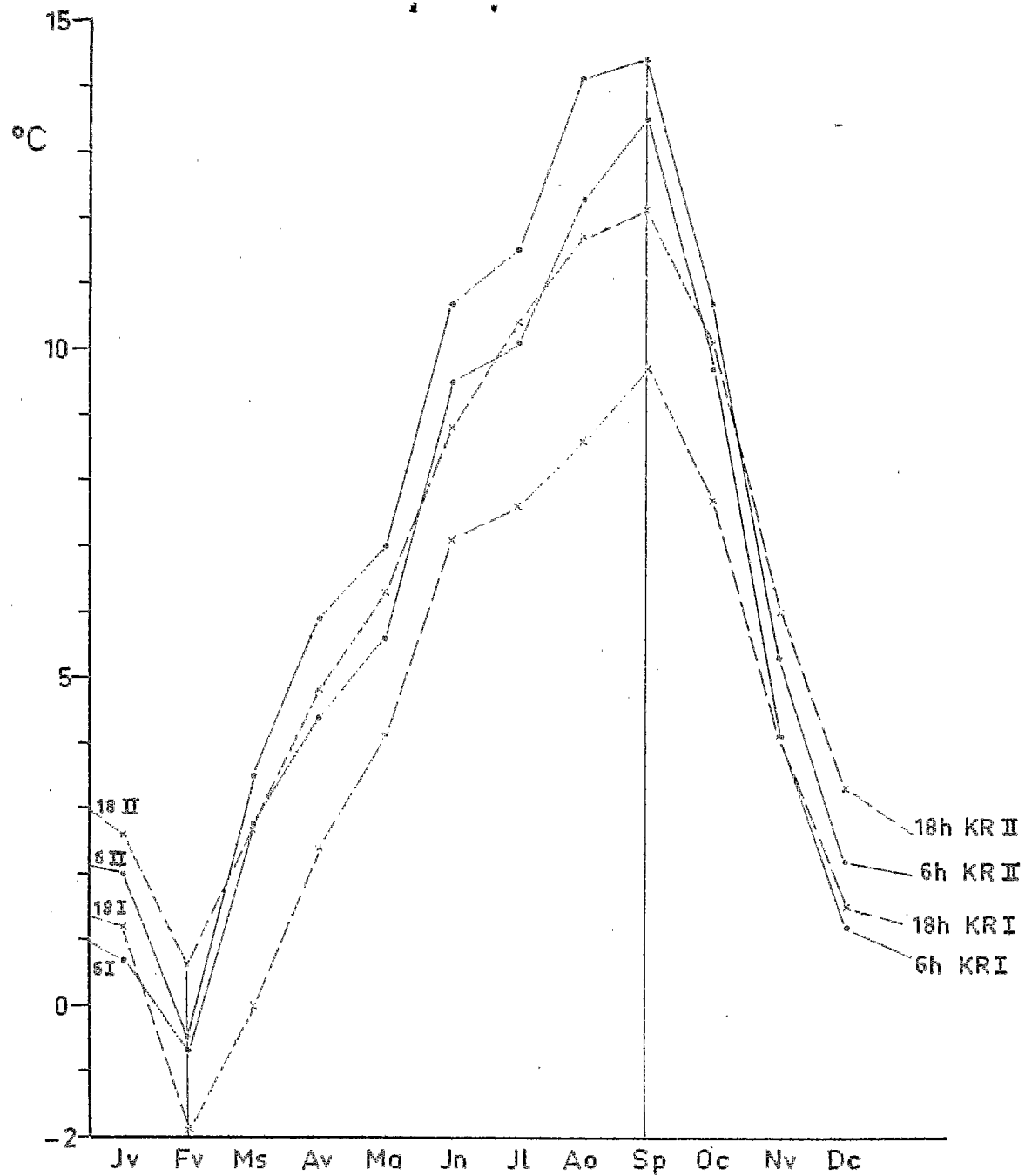
Les vents de sable peuvent avoir deux origines : dans le premier cas, le plus rare en fait, on a affaire à un déplacement de poussières lié à des masses d'air importantes. C'est le phénomène qui aboutit en Europe occidentale aux pluies de sang. Dans le second cas, le plus fréquent, il s'agit de mouvements locaux de saltation, qui ont été étudiés depuis plus de 15 ans au CNRS en France (Laboratoire Queney : cf travaux de M. DE FELICES). On a des mouvements de déplacement centimétrique du sable, par arrachement et chocs des particules les unes sur les autres. Un fort gradient entre le sol et l'atmosphère libre existe assez souvent, c'est le cas au printemps (gradients de pression) ou aussi à l'intérieur de réseaux de brise-vent imperméables, où la réduction brutale du vent derrière l'abri provoque des tourbillons en rouleaux verticaux.

On a alors arrachement des particules de sable et déplacement local de celles-ci avec les vents dominants. C'est ainsi que se sont produits les endunements dans la Gara de Ksar Ghilane, dont l'origine est à chercher dans l'extirpation totale des caligonums ; le phénomène est également responsable de la stérilité de la floraison des oliviers ; chaque fleur fixe sur son pistil gluant des grains de sable. Il explique aussi le développement de maladies fongiques, car l'érosion due au sable ouvre une infinité de portes à l'infection.

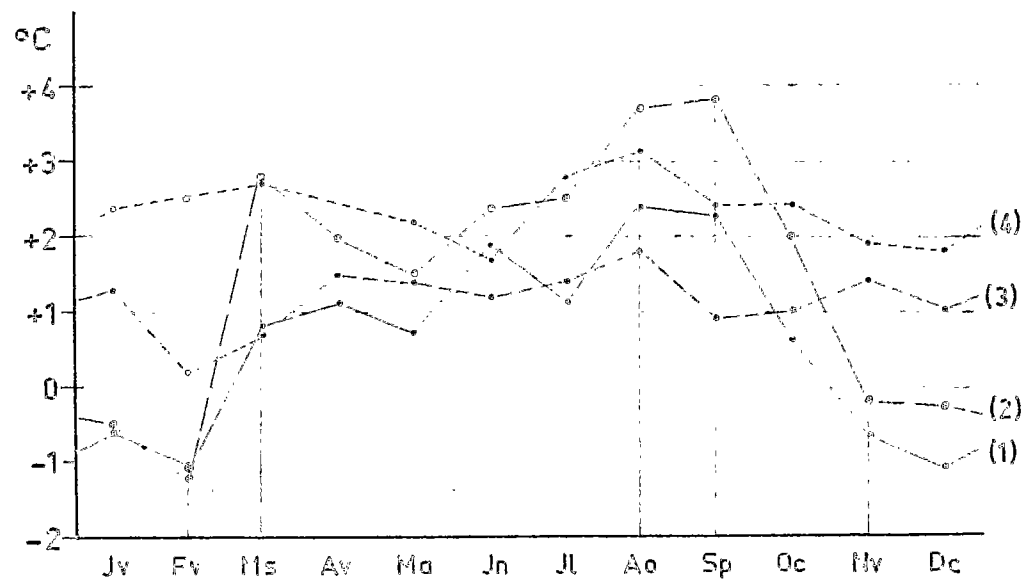
24) - Humidité Relative et Température du Point de Rosée

- Effet d'Oasis

Comme on peut s'y attendre en climat désertique, la teneur moyenne en vapeur d'eau de l'air à Ksar Ghilane est peu élevée. On note cependant une influence non négligeable des vents d'Est (marins pour la région), en particulier à la fin de l'été, sur la teneur en vapeur d'eau de l'atmosphère.



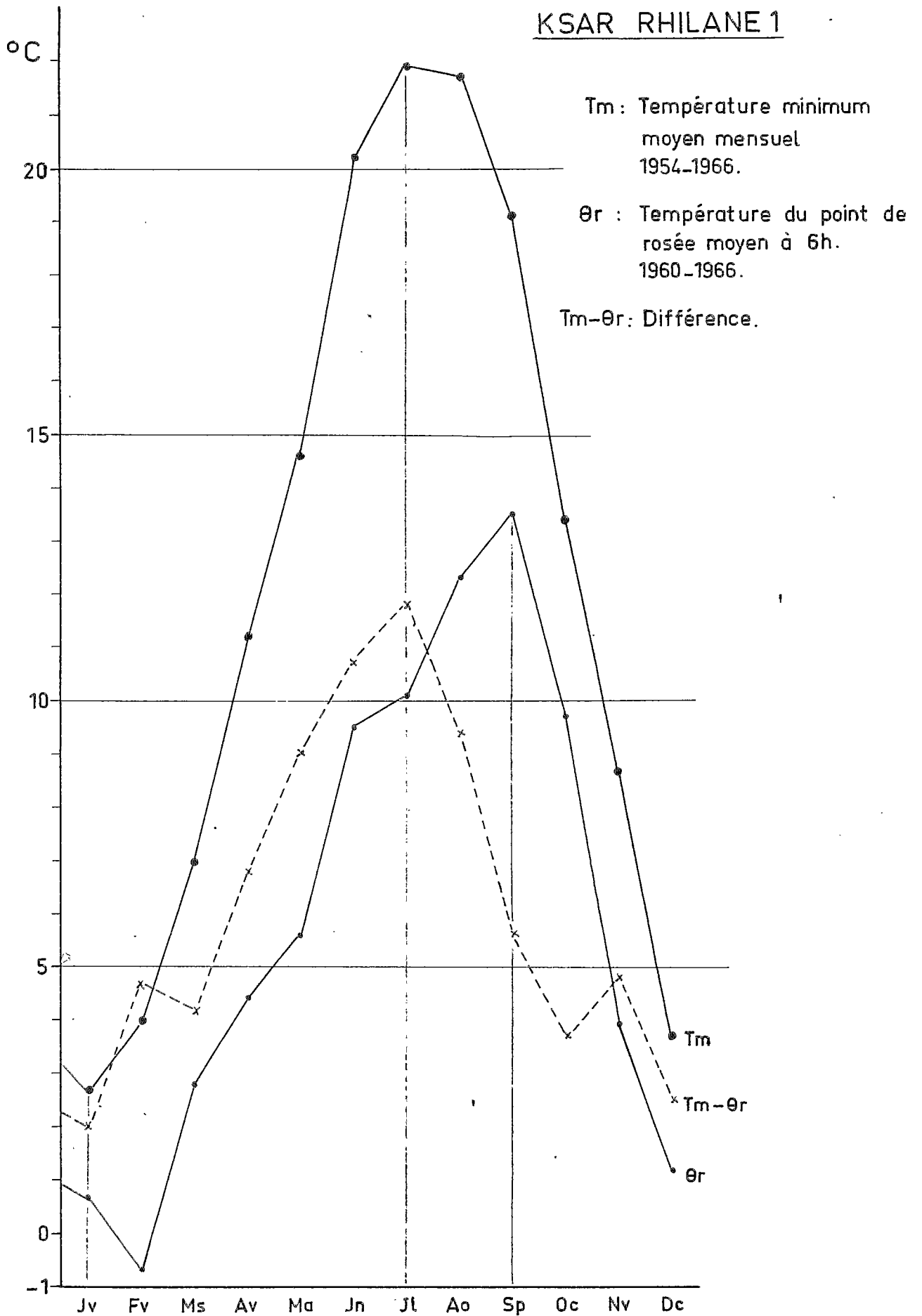
Température du point de rosée à 6^h et 18^h. Comparaison des Ksar Rhilane I et II.



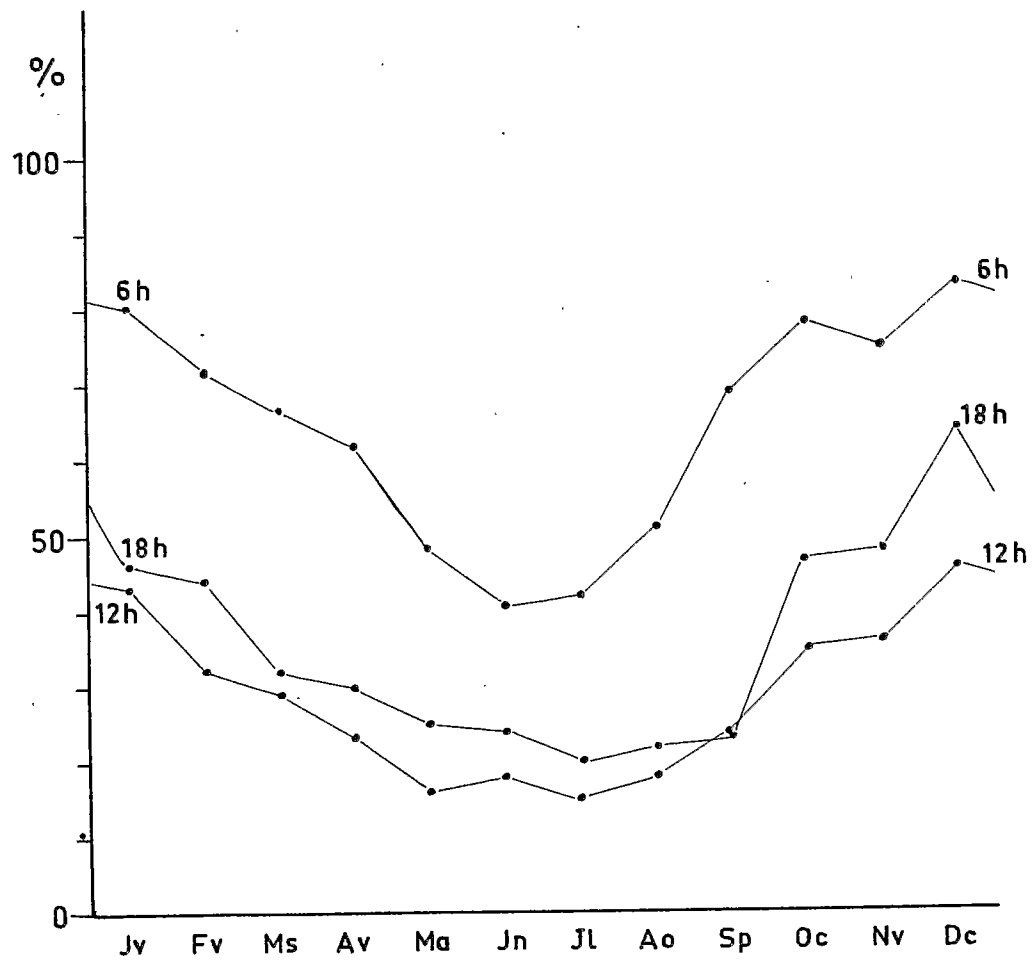
Comparaisons entre les points de rosée

- (1) différence entre 6^h et 18^h à Ksar Philane I
- (2) différence entre 6^h et 18^h à Ksar Philane II
- (3) différence entre Ksar Philane I et II à 6^h
- (4) différence entre Ksar Philane I et II à 18^h.

KSAR RHILANE 1



Comparaison entre les températures minimales et le point de rosée à Ksar Rhilane I :



Humidités relatives moyennes mensuelles à 6^h, 12^h et 18^h à Ksar Rhilane I.

On a établi quatre graphiques pour illustrer ce propos :
N° 241 qui montre la fluctuation de la température du point de rosée à 6^h et 18^h aux deux stations de Ksar Rhilane (I = Erg, II = Oasis).

N° 242, qui présente la différence systématique des températures du point de rosée à 6^h et 18^h à Ksar Rhilane I et Ksar Rhilane II, et la différence existant entre Ksar Rhilane II et I à 6^h et 18^h.

On notera que la température du point de rosée, ou ce qui revient au même la teneur en vapeur d'eau de l'air, est maximale à 6^h du matin, minimale à 18^h sauf de Novembre à Mars (hiver) où on a l'inverse.

Le matin, l'écart entre les deux stations est relativement constant et voisin de 1°C au profil de l'Oasis de Mars à Novembre. En hiver l'écart est faible. Il est plus important l'après midi et avoisine 2°C.

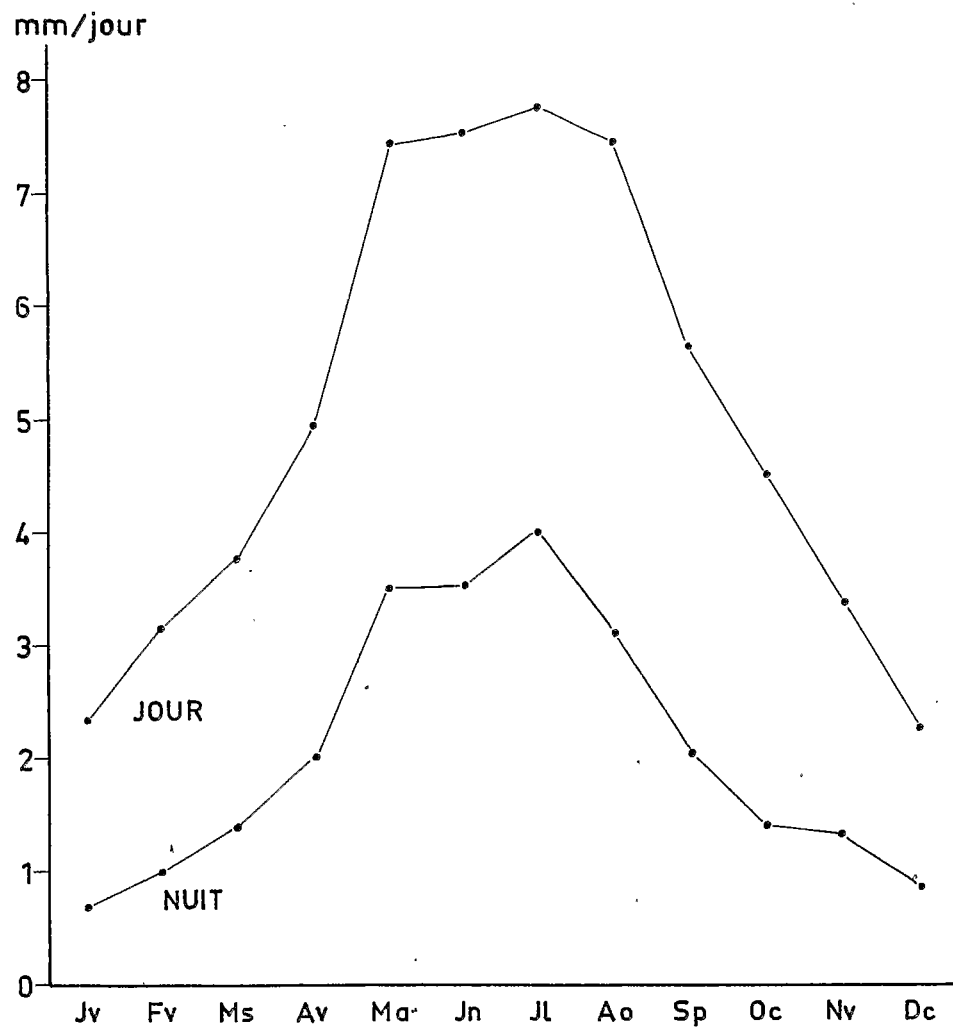
L'écart entre le matin et le soir est maximal en été sur l'Erg, où il atteint 4°C, il s'annule en Février au moins dans la série de mesures dont on dispose.

Cet écart important entre deux stations voisines explicité mieux que toute autre donnée climatique l'importance de l'effet de l'Oasis sur le microclimat local, et notamment sur le bilan des échanges radiatifs. On reprendra cet aspect au paragraphe " Conséquences agronomiques ".

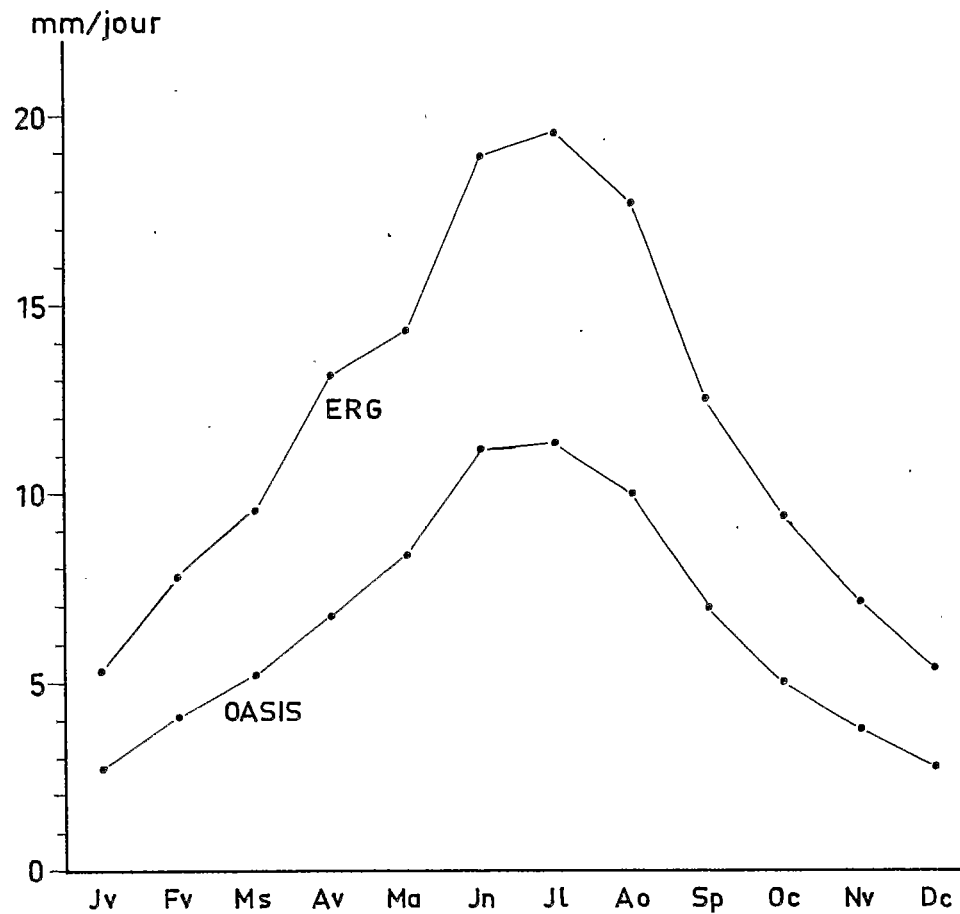
En 243, on a porté d'une part les températures minimales à Ksar Rhilane I, d'autre part la température du point de rosée mensuelle à 6^h. En Décembre et Janvier les valeurs sont voisines : on a rosée probable au moins un jour sur 2 car, on l'a vu, la température de surface (du sol ou des végétaux) est inférieure de 1 à 3° en moyenne à celle de l'air sous abri. Il en va encore de même en Février (les jours où les influences d'Est dominent) et en Mars en dehors des périodes de vent de Sud, Sud Ouest ou Ouest.

On a représenté en tireté la différence entre minimum et point de rosée, qui permet de voir que le déficit maximal est atteint en juillet, et qu'en Septembre on est déjà, de ce point de vue, en situation " hivernale " : la teneur en vapeur d'eau de l'air croît rapidement à la fin de l'été, et le risque de rosée devient non négligeable dès le 15 Septembre en moyenne. On verra l'importance agronomique de ce phénomène plus loin.

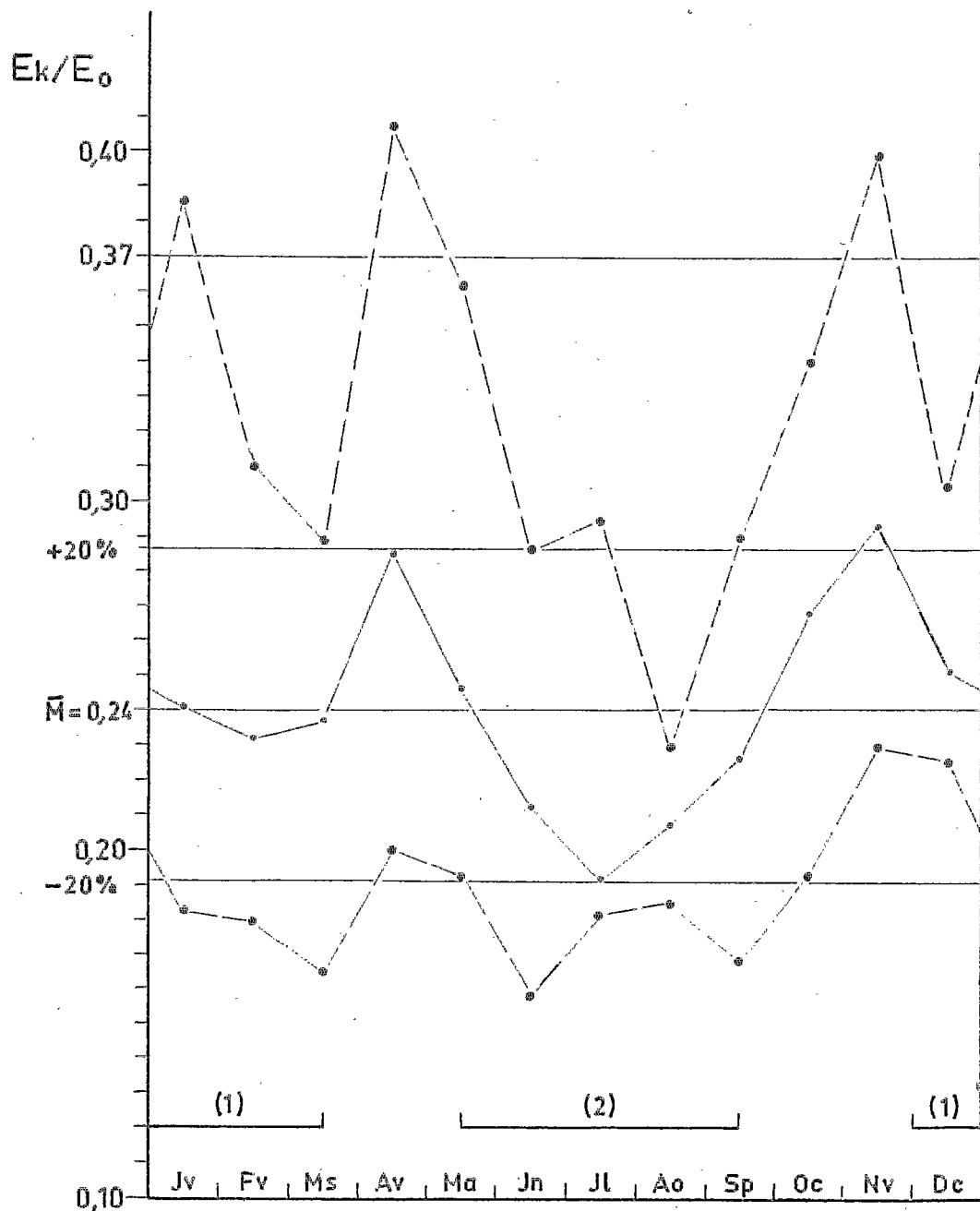
On a enfin porté sur un graphique (244) les humidités relatives à Ksar Rhilane I à 6^h et 18^h. Il fait double emploi avec les précédents, mais on est plus accoutumé à la notion d'humidité relative qu'à celle de point de rosée. Les données de 12^h et 18^h de Mai à Septembre sont un peu douteuses, car la fréquence des humidités inférieures à 10 % rend aléatoire le calcul des moyennes.



Fractions de l'évaporation du piche diurne et nocturne 1960-1962 dans l'Oasis en mm par jour, de 6^h à 18^h (jour) et de 18^h à 6^h (nuit).



Comparaison des évaporations dans l'Oasis et sur l'Erg 1960-1966 en mm jour, 251.2



Rapport entre les données de l'évapotranspiromètre et de l'évaporomètre de piche corrigé (Méthode Bouchet). Fluctuations annuelles 1962-1966. 0,37 = Coefficient de Versailles. 0,24 = Coefficient moyen sur 5 ans à Ksar Rhilane. 20% fluctuations de la valeur moyenne mensuelle par rapport à la moyenne. En pointillé : valeurs extrêmes trouvées de 1962 à 1966. (1) kikuyu en Dormance. (2) période de fortes chaleurs.

25)- Evaporation sous abri et évapotranspiration

251.- Un évaporomètre de piche a fonctionné au poste I de 1954 à 1966, soit pendant 13 ans, et au poste II on peut utiliser les données de 1960 à 1966, soit 7 ans. On voit immédiatement, en examinant les données, que 1960 a fourni des valeurs très élevées (2 750 mm dans l'année), alors qu'à partir de 1961 les données sont d'une stabilité remarquable (2 367 mm \pm 100 mm).

On peut expliquer ceci par la croissance du rideau brise-vent, insu-
fisant jusqu'à 1960, il a commencé à fournir un abri suffisant à cette date, et son effet est devenu homogène à partir de 1961.

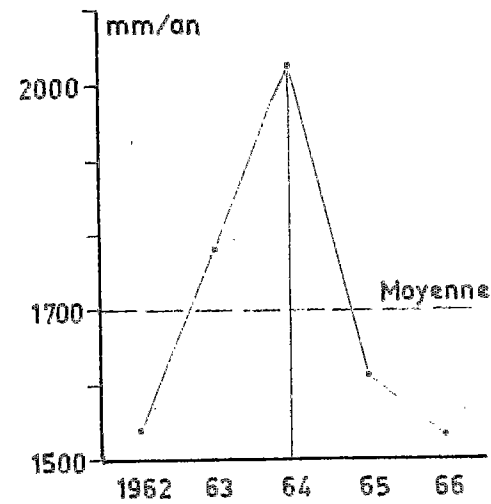
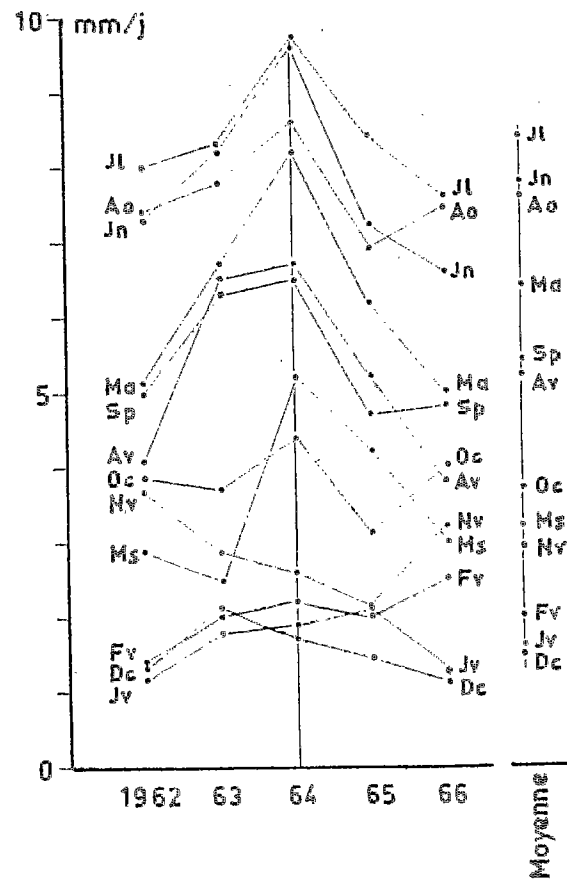
L'abri sur l'Erg donne des valeurs d'évaporation considérables : 4 300 mm environ. Ceci est lié aux phénomènes d'advection et au vent beaucoup plus fort que dans l'Oasis. Ceci permet d'expliquer les fluctuations relevées dans les diverses stations sahariennes, en fonction de leur situation. On trouve situées dans la littératures des valeurs tout à fait comparables, passant de 2 500 à 5 000 mm (et plus), comme par exemple dans " le climat du Sahara" de Dubief, ou " l'utilisation des eaux salées au Sahara" de Simonneau et Aubert (Ann. Agron. INRAT 14-(5)-1963). Les graphiques N° 251.1 et 252.2 montrent l'importance de la fraction nocturne de l'évaporation et l'écart entre Oasis et Erg.

252.- On a cherché à calculer l'évapotranspiration potentielle en utilisant la méthode proposée par Bouchet. Mais les effets advectifs sont trop importants pour qu'on puisse l'utiliser, et les données à partir du coefficient de versailles sont absurdes. On a cherché à calculer les coefficients à partir du bac évapotranspiromètre, mais là encore les données fluctuent beaucoup, d'autant que l'évapotranspiromètre lui-même, enherbé de kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) a une réponse critiquable au climat, comme on le verra plus bas. On propose simplement la courbe moyenne pour 1962-1966, pour montrer la difficulté d'application des formules dans de telles conditions (Fig. 252).

253.- On a implanté en 1961 un évapotranspiromètre modèle Thornthwaite modifié, avec alimentation en eau par arrosage de la surface et drainage continu. Ce bac était couvert de kikuyu pour avoir une culture homogène dans toute la Tunisie. Mais cette graminée tropicale ne supporte pas le froid: dès que des gelées surviennent, elle se dessèche et entre en dormance apparente, se transformant en quelques jours en une sorte de paillason. Celui-ci est arrosé en hiver, mais seule l'évaporation directe doit être mesurée, car il n'y a pas végétation. Il en va de même à Kasserine et même à Gabès et Tunis, où la végétation du kikuyu est des plus restreintes en Janvier et Février la plupart des années.

EVAPOTRANSPIRATIONS MENSUELLE ET ANNUELLE

KSAR RHILANE II



Evapotranspirations mensuelles, en mm par jour, et annuelles, en mm par an.

En été au contraire, les coupes très sévères que subit la plante pour la maintenir en gazon réduit des possibilités de consommation d'eau, et il semble bien que ce soit la vraie raison du " décrochement " des valeurs par rapport à celles de luzerne (cf l'étude de La Sayette à Tunis à ce sujet, Ann. INRAT sous presse).

Dans ces conditions, il est difficile de situer précisément la valeur de l'évapo-transpiration potentielle; on a en fait l'évapo-transpiration maximale réelle du kikuyu. Mais celle-ci donne une indication très suffisante des besoins en eau maximaux des plantes cultivées, compte tenu de la notion de rendement non proportionnel. On connaît assez bien, grâce à ce bac, les besoins en eau optimaux dans une oasis du type de Ksar Rhilane. Ils peuvent aller, selon les années, de 1 500 à 2 100 mm environ, soit 15 000 à 21 000 m³/ha, avec une moyenne vers 1 700 mm, et un besoin de pointe en Juillet de 240 à 300 mm, voisin de 260 mm en moyenne (soit 1 l/sec/ha en pointe) (Fig. 253).

Pratiquement cette valeur peut être réduite à 0,8 l/sec/ha en pointe (48 l/min/ha), comme cela se pratique dans les oasis d'Algérie où les exploitations prévoient environ 1 l/min./ha pour les palmiers; en Juin et Août les besoins sont de cet ordre. En hiver, 0,2 l/sec/ha sont suffisants, et dans l'ensemble de l'année 0,5 l/sec/ha sont à retenir pour des périmètres étendus avec cultures d'hiver et d'été.

TABLEAU N° 253

EvAPOTRANSPIRATION DU KIKUYU mm/Jour

		1963	1964	1965	1966	1967	Moyenne	Mois
Jv	1	1.5	1.8	1.5	1.1	1.2	1.4	50
	2	1.9	1.6	2.5	1.3	1.1	1.7	
	3	1.7	2.1	2.2	1.4	1.1	1.7	
Fv	1	1.6	1.9	2.0	1.6	1.1	1.6	56
	2	2.2	2.1	1.9	2.2	1.5	2.0	
	3	2.2	2.7	2.0	4.1	1.5	2.5	
Ms	1	1.9	3.1	3.3	2.2*	1.9	2.5	95
	2	2.9	4.6	3.2	2.3	1.9	3.0	
	3	3.6	4.9	4.1	3.1	2.4	3.6	
Av	1	4.8	6.0	5.4	3.6	4.3	4.8	156
	2	6.6	(6.2)*	4.4*	4.8	4.0	5.2	
	3	6.1	(8.0)*	5.8	4.2	4.1	5.6	
Ma	1	6.5	7.3	5.9	4.4	4.8	5.8	198
	2	6.5	8.5	6.4	5.0	6.3	6.5	
	3	7.2	8.7	6.4	5.6	6.3	6.8	
Jn	1	7.3	(9.9)*	7.4	5.7	7.1	7.5	233
	2	7.7	8.4	6.6	6.3	7.2	7.2	
	3	9.7	(10.6)*	7.5	7.9	7.5	8.6	
Jl	1	9.8	10.0	8.4	7.6	8.1	8.8	260
	2	7.4	9.6	9.0	7.3	8.6	8.4	
	3	7.7	9.5	7.8	7.2	7.9	8.0	
Ao	1	8.2	9.2	7.5	7.1	8.1	8.0	237
	2	7.9	8.4	6.9	7.2	7.4	7.6	
	3	7.4	8.4	6.5	8.2	6.7	7.4	
Sp	1	6.9	6.9	5.8	5.3	4.3	5.8	163
	2	5.7	6.8	4.1*	4.7	5.9	5.6	
	3	5.4	5.7	4.2	4.5	4.8	4.9	
Oc	1	4.5	5.4	3.7	5.0	3.3	4.4	114
	2	3.2	4.7	3.1	3.0	2.9	3.4	
	3	3.5	3.3	2.6	4.1	3.0	3.3	
No	1	3.6	3.4	2.2	4.8	5.7	3.9	86
	2	2.8	2.5	2.3	2.2	3.4	2.6	
	3	2.2	2.0	1.8	2.7	2.0	2.1	
Dc	1	2.2*	1.7	1.3	1.2	1.2	1.5	48
	2	2.0	1.8	1.4	1.2	1.5	1.6	
	3	2.2*	1.6	1.3	1.0	1.3	1.5	
T./365j.		1782	2026	1611	1533	1540	1696	

* = Plusieurs jours manquent ou sont totalisés.

3.- CONSEQUENCES AGRONOMIQUES DES MODIFICATIONS MICROCLIMATIQUES LIEES A LA PRESENCE DE L'OASIS A KSAR RHILANE ET CONCLUSIONS GENERALES.

Dans les paragraphes précédents on a fait le tour des phénomènes climatiques étudiés à Ksar Rhilane. Pour des raisons faciles à comprendre, on a pas effectué de mesures de rayonnement ni d'insolation. Les sphères ou hémisphères de verre ou de plastique des appareils de mesure de l'insolation (CAMPELL-STOKES) ou de la radiation (PILE DE MOLL-GORZYNSKY) ne supporteraient pas les érosions des vents de sable. On a vu en introduction les difficultés liées à l'entretien de telles stations désertiques.

On a cherché à rassembler les observations intéressant l'agronome confronté avec implantation de stations en zone saharienne soumise à des déflations de sable.

31.- Effets de l'installation de l'Oasis sur le milieu

En milieu désertique non influencé par l'homme, on rencontre, normalement une végétation clairsemée d'arbustes, épineux le plus souvent, ou aphyllés (Anabasis, Caligonum, Tamarix...) et d'annuelles éphémères. Ces végétaux ont un système racinaire qui fixe énergiquement le substrat, sableux ou limoneux, des zones de gara ou de voisinage d'Erg.

C'est ce qui préexistait à Ksar Rhilane à l'implantation du forage.

L'installation de la parcelle en 1958 a entraîné la fixation de main d'oeuvre, qui a eu besoin de bois de chauffage et de charbon de bois. ce qui a entraîné l'arrachage intégral du Caligonum dans le périmètre et à plusieurs kilomètres aux environs.

Les premières parcelles implantées et les futurs brise-vent installés, il a fallu plusieurs années pour ^{que} ceux-ci deviennent réellement efficaces. On peut admettre que leur plein effet a débuté en 1960-61.

La population (peu dense heureusement) n'avait pas la notion de la culture d'oasis. Il a fallu la lui inculquer. Mais cette population a dû exploiter les broussailles de Caligonum pour vivre, et ceci a amené une désertification progressive du site et une modification du milieu qui a entraîné une déflation généralisée des sables autrefois fixés. Il semble bien que l'origine des barkhanes et des endunements actuels soit là.

L'ensablement est un problème préoccupant. On a vu dans le rapport

d'agro-pédologie que l'envahissement de la parcelle a conduit à établir des rideaux successifs de canne et de tamaris, et que les deux premiers rangs d'argres sont ensablés.

Le processus actuel ne peut être freiné que par une action à assez grande distance du périmètre. On peut espérer fixer les dunes en mettant strictement en défens l'Est et le Nord-Est du périmètre sur au moins 1 km, en effectuant des replantations de *caligonum* et en cherchant à multiplier au maximum des espèces psammophiles désertiques. Il s'agit maintenant d'une œuvre coûteuse et de longue haleine, car les agressions contre la végétation sont presque irréversibles en conditions naturelles, et exigent de grands efforts pour être réduites.

La création du point d'eau a fait d'autre part converger sur Ksar Rhilane un très grand nombre de troupeaux allant de l'Extrême Sud vers Douz, et par conséquent a aggravé le surpâturage et donc la désertification. C'est un risque grave chaque fois qu'on ouvre un nouveau point d'eau si d'énergiques mesures de sauvegarde (peu populaires) ne sont pas prises.

32) Effet de l'Oasis sur son propre climat

La création de la double station de Ksar Rhilane pour les Sections de Pédologie du HER et de Bioclimatologie de l'INRAT a permis d'effectuer des comparaisons de longue durée et du plus haut intérêt sur les variations climatiques induites par la création de l'Oasis.

On a vu ces modifications apparaître dans les paragraphes précédents. Mais il est utile de les rappeler en résumé pour en tirer les conséquences agronomiques.

On n'a pas jugé utile d'installer deux pluviométries à Ksar Rhilane. Ceci est regrettable, car il est certain que les orages sont très localisés, et que l'analyse unitaire des pluies, même sur 6 ans seulement, aurait aux hydrologues et hydrographes d'avoir une meilleure connaissance des phénomènes.

En ce qui concerne les vents, on peut comparer les vitesses moyennes grâce aux deux totalisateurs installés. Compte tenu des erreurs toujours possibles (et même probables) liées au fonctionnement de mécanismes délicats de comptage dans une atmosphère sableuse et dans des conditions thermiques rigoureuses (les mécanismes fonctionnent en été, à midi, à des températures supérieures à 60°C), l'analyse comparative des vitesses sur l'Erg et dans l'Oasis met en évidence une protection moyenne voisine de 50 %, variant de 40 à 60 % selon les directions des vents.

On notera aussi avec intérêt que les vents faibles, enregistrés sur l'"Erg" (0,5 à 1,5 m.s⁻¹ selon la direction) se traduisent par un calme dans l'oasis. Ce qui a pour corollaire des stagnations d'air dans le périmètre les jours ou les heures de vent faible. C'est notamment le cas fréquent tôt le matin (avant le lever du soleil), ce qui entraîne un refroidissement de l'atmosphère dans l'oasis, la nuit.

On sait maintenant qu'à l'intérieur d'une oasis on trouve des températures maximales un peu plus élevées qu'hors de celle-ci. Le phénomène n'est expliqué par l'advection considérable d'air du désert vers le périmètre irrigué. C'est bien ce qu'on constate à Ksar Rhilane.

L'écart entre les deux stations est un peu plus considérable en été qu'en hiver, mais demeure très constant au cours de l'année.

Ceci explique que les amplitudes nycthémérales soient plus fortes dans l'oasis que sur l'Erg. On a souvent dit et écrit que "l'effet d'oasis accentue la continentalité de la station". En réalité ce n'est que partiellement exact : en effet la température du point de rosée dans l'oasis est plus élevée que hors de celle-ci, ou ce qui revient au même le déficit de saturation est moindre dans l'oasis. On a pu voir que cet écart est de 1°C à 6^h et 2°C à 18^h, ce qui est considérable.

L'augmentation est due à la fois à l'irrigation, qui constitue une source importante de vapeur d'eau, et à la réduction des échanges de masse d'air du fait de l'action des brise-vent.

A titre documentaire, des irrigations estivales de 2 500 m³/ha intégralement évapotranspirées fournissent, à la pression normale plus de 3 millions de m³ de vapeur d'eau à l'hectare par mois, soit 10 m³ .m⁻² .j⁻¹. Avec des vents réduits à 2ms⁻¹ (et à environ 1m.s⁻¹ au sol) en été, on conçoit que la suralimentation de l'atmosphère du périmètre soit non négligeable.

On remarquera au passage que cet effet a pu être en évidence ^{mis} à Ksar Rhilane, oasis pourvue de haies de tamaris et non à El Arfiane (Sahara Algérien), où la palmeraie adulte crée pourtant une double protection horizontale et verticale. Les modifications de la teneur en vapeur d'eau n'y avaient pas été notées nettement, car les deux stations étaient l'une sous palmier, l'autre en bordure immédiate de la partie de l'oasis irriguée (jardin potager).

Cet effet humidificateur de l'oasis a tendance à réduire le caractère désertique du milieu, ce qui combat l'augmentation du " continentalisme ".

Mais les teneurs en vapeur d'eau de l'air en été à midi sont néanmoins très réduites, et la végétation est placée dans des conditions critiques au moins 4 mois par an :

L'évapotranspiration potentielle a été mesurée, on l'a vu, grâce à un bac en gazonné de *Pennisetum clandestinum* (kikuyu). On a vu aussi les critiques qu'on peut adresser à la méthode, ses limites, et sa fiabilité.

Cependant les quelques mesures exécutées sur l'oasis permettent de penser que les freins à la productivité des cultures herbacées sont liés plus à des problèmes d'alimentation minérale, de manque de matière organique (et donc de gaz carbonique) et des chocs thermiques excessifs qu'aux possibilités même d'alimentation en eau. Le Kikuyu, notamment, semble freiner sa consommation au voisinage de 10 mm.j^{-1} , malgré une advection thermique importante. Des mesures (faites à Gabès) font penser que cette graminée ne parvient pas à supporter le climat des journées estivales chaudes, et autorégule sa consommation en fermant une partie au moins de ses stomates quelques heures par jour, même sur bac évapotranspiromètre. Cependant les mesures de température dans la masse végétale du kikuyu se rapprochent encore de celle du thermomètre mouillé au même moment. On reprendra ce problème à Gabès, par temps de sirocco, faute de pouvoir commodément l'étudier à Ksar Rhilane.

Pratiquement on a vu que les besoins en eau des cultures peuvent être assez bien définis par le kikuyu, et qu'en appliquant un coefficient qui paraît varier de 0,7 à 0,9 selon la culture (du coton à la luzerne, en gros, dans l'ordre croissant des besoins), on approche l'optimum économique dans la situation actuelle.

En ce qui concerne les cultures d'hiver, il est nécessaire qu'elles résistent bien tout à la fois à des gelées répétées pendant 3 mois, à des amplitudes thermiques brutales, et à des vents, tantôt desséchants et tantôt chargés de sable. Ceci explique que les rendements en céréales soient très fluctuants, selon que la floraison a ou non échappé au sable et à la gelée, et que la maturation peut se faire sans trop de coups de chaleur. Ces caractères réduisent singulièrement les cultures possibles. Le rapport d'agro-pédologie énumère les rendements et les cultures effectuées.

Les cultures arbustives sont, elle aussi, tributaires de ces effets du climat. L'olivier, notamment, est très sensible aux vents de sable, et sa productivité en fruits est dérisoire.

Le palmier dattier, lui, est parfaitement à sa place, à condition d'éviter de planter des déglet-En-Nour, car les sommes de température ne permettent pas une maturation normale. On peut envisager la plantation de dattes de Type Ftîmi, moins exigeantes. L'humidité en fin de saison, les orages fréquents en Octobre, semblent favoriser les développements de parasites, et les traitements sont difficiles à effectuer dans ces conditions.

En conclusion, les périmètres du type de Ksar Rhilane sont à spécialiser en cultures fourragères intensives, en palmiers résistants, et en quelques cultures maraichères résistantes, du type carotte.

5 Avril 1967

Ch. BALDY

I.N.R.A .T.
 BIOCLIMATOLOGIE

N° 551 - 506

15 Mars 1967
 Ch. BALDY

DONNÉES CLIMATIQUES

KSAR RHILANE I
 (Erg)

Sources : Relevés Climatiques
 1954 - 1966

COORDONNÉES	36 ^G 66° 40 "	8 ^G 13° 20 "	Jv	Fv	Ms	Av	Ma	Jn	Jl	At	Sp	Ot	Nv	Dc	ANNEE
ALTITUDE	210 m														
Températures															
Moyenne	9.2	11.4	14.4	18.3	22.7	28.2	30.1	29.5	26.3	21.6	15.2	10.2	19.78		
Minimum moyen	2.7	4.0	7.0	11.2	14.6	20.2	21.9	21.7	19.1	13.4	7.7	3.7	12.26		
Maximum moyen	15.7	18.8	21.8	25.3	30.8	36.1	38.3	37.3	33.5	29.7	22.7	16.6	27.30		
Moyenne la plus basse	7.6	8.5	12.0	17.1	20.9	26.3	28.7	28.1	25.2	18.0	12.8	8.5			
Moyenne la plus haute	11.4	14.4	18.0	20.0	25.5	31.6	32.2	31.4	27.6	23.0	17.6	13.5			
Minimum Absolu	8.0	9.3	2.0	---	---	---	---	---	---	---	1.5	6.3			
Humidité relative 1954-60															
	6 ^h	80	72	66	62	48	41	42	51	69	78	75	83		
	12 ^h	43	32	29	23	16	18	15	18	24	35	36	46		
	18 ^h	46	44	32	30	25	24	20	22	23	47	48	64		
Point de rosée															
	6 ^h	0,7	0,7	2,8	4,4	5,6	9,5	10,1	12,3	13,5	9,7	3,9	1,2		
	18 ^h	1,2	1,9	0,0	2,4	4,1	7,1	7,6	8,6	9,7	7,7	4,1	1,5		
Amplitude thermique moyenne															
		13.2	14.7	14.2	14.1	15.2	15.5	16.5	15.8	14.1	14.2	15.2	13.4	14.8	
Vent moyen mensuel (v. Km/h)															
		9.9	11.3	12.7	16.5	14.7	16.1	13.7	13.0	12.6	9.7	9.3	10.1	12.5	
Evaporomètre Piche mm/j.															
		5.3	7.8	9.5	13.1	14.3	18.9	19.6	17.7	12.5	9.4	7.1	5.4		
Pluie moyenne mensuelle															
		12.6	2.5	9.5	11.3	1.5	2.2	0.0	0.1	2.3	10.7	7.5	10.9	71.1	
	1954-66 Maximum mensuel	65.1	8.2	30.0	49.1	5.1	10.0	0.5	1.0	13.7	56.4	32.5	56.3	145.7	
	Minimum mensuel	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.9	
	Maximum en 24 ^h	39.0	8.2	26.0	23.5	5.1	9.0	0.1	1.0	12.5	19.5	19.5	36.0	-----	
Nombre de Jours															
		5.5	3.2	4.5	4.8	3.0	2.8	0.7	0.4	4.1	5.3	4.2	5.1	43.6	

DONNEES CLIMATIQUES

(Oasis) KSAR RHILANE II

Sources : Relevés Climatiques
1960-1966

	Jv	Fv	Ms	Av	Ma	Jn	Jl	At	Sp	Oc	No	Dc	ANNEE
Températures													
Moyenne	10.0	11.2	14.7	18.3	22.1	27.3	29.9	29.6	25.7	20.5	14.8	11.0	19.5
Minimum moyen	2.3	3.3	6.9	10.6	13.6	18.9	21.0	21.0	18.1	12.9	6.5	3.2	11.5
Maximum moyen	17.1	19.2	22.7	25.0	30.5	35.8	38.8	38.1	33.5	28.4	23.2	18.0	27.5
Moyenne la plus basse	9.0	8.9	12.3	17.3	20.0	26.0	28.6	28.0	24.9	18.7	13.5	8.3	---
Moyenne la plus haute	11.2	13.5	17.5	19.4	24.5	28.7	31.4	30.5	26.9	21.9	16.1	13.5	---
Minimum Absolu													
Maximum Absolu													
Humidité relative													
6 ^h													
12 ^h													
18 ^h													
Point de Rosée													
6 ^h	2.0	0.5	3.5	5.9	7.0	10.7	11.5	14.1	14.4	10.7	5.3	2.2	
18 ^h	2.6	0.6	2.7	4.8	6.3	8.8	10.4	11.7	12.1	10.1	6.0	3.3	
Amplitude thermique moyenne													
	14.3	15.9	15.8	15.3	16.7	16.9	17.8	17.3	15.4	15.4	16.0	14.3	16.0
vent moyen mensuel (v.km/h)													
	3.26	3.34	5.18	7.75	6.52	7.52	6.32	5.82	5.06	3.20	2.80	2.85	4.98
Evaporomètre de Piche mm/j													
	2.7	4.1	5.2	6.8	8.3	11.1	11.3	10.0	6.9	5.0	3.7	2.8	
Evapotranspiration kikuyu 1962-1966 mm/mois													
	50	56	95	156	198	233	260	237	163	114	86	48	1966
Température au sol 1961-63													
Minimum	2.0	2.5	5.8	11.0	14.7	18.3	19.5	19.3	17.1	12.0	7.2	0.7	
Maximum	26.2	34.4	34.1	42.6	50.7	51.5	57.8	54.4	51.3	42.7	31.1	26.1	
Moyenne	14.1	18.5	20.0	26.8	27.7	34.9	38.7	36.8	34.2	27.4	19.2	13.4	25.8

II.- LA PARCELLE D'ESSAI

Par : J.P.COINTEPAS & J.M. POUGET -

(Pédologues ORSTOM)

LA PARCELLE D'ESSAI

1. - CONDITION GÉNÉRALES DANS LESQUELLES SE SONT DÉROULÉS LES ESSAIS

11. - Le Sol

La Garaet Bou Flidja est une vaste dépression où viennent se perdre l'Oued Bel Krecheb et ses affluents descendus des Matmatas et dont le cours est arrêté par les premières dunes du Grand Erg.

La cuvette a été comblée par des alluvions de texture grossière: sables éoliens très fins remaniés par les oueds, intercalés de lits plus argileux et de cailloutis. La parcelle expérimentale est située au voisinage du profil n° 25 ainsi décrit par P. DESSUS⁽¹⁾.

0 - 15 cm : Sable beige, clair, particulaire mélangé à de l'argile marron polyédrique, sec, radicelles.

Calcaire 27,7 % - Chlore 0,01 % - Gypse 1,2 %.

15 - 50 cm : Sable beige orangé, particulaire lâche à demi-serré, sec, radicelles.

Calcaire 2,4 % - Chlore 0,01 % - Gypse 2 %.

50 - 85 cm : Argile sableuse beige, structure lamellaire et polyédrique couche non continue.

85 - 305 cm : Sable fin, beige légèrement rougeâtre, particulaire, lâche à demi serré avec bancs de sable argileux à argile sableuse beige à structure squameuse polyédrique de 2-3mm à 15-20 cm d'épaisseur en couches non continues, sec, radicelles.

305 - 365 cm : Sable fin beige, demi-serré à serré, coupe blanche, poreux, légèrement aggloméré.

Calcaire 12 % - Chlore 0,02 % - Gypse 0,5 %.

365 cm : Cailloux calcaires blancs de 10-15 cm de diamètre avec couche de 30-40 cm de cailloux de 2 à 5 cm dans la partie supérieure.

(1) Note préliminaire concernant le périmètre de Ksar Rhilane n° 432/E.

La végétation était constitués de touffes de *Caligonum comosum*, *Aristida pungens*. L'irrigation a provoqué une légère salure du sol. Les derniers prélèvements effectués en 1967 indiquent une salure non négligeables mais tolérable par de nombreuses espèces. On note un accroissement de conductivité au niveau des racines entre 50 et 100 cm. En été l'évaporation intense entraine une concentration en sol très importante. Il se forme une couche pulvérulente où nous avons noté en juin 1960 une conductivité de 42 mmhos/cm (0,568 % de Chlore).

12.- L'eau d'irrigation

La parcelle était irriguée par l'eau de puits artésien : N° BIRH 5717/5 dont l'analyse donnée par P.DESSUS est la suivante :

Résidu sec	Cl	CO ₃	SO ₄	Na	Ca	Mg	SAR
4740	1491	162	1499	828	488	231	7,7

C'est dans une eau très chargée et assez alcalisante.

Depuis novembre 1963, le sondage 5717/5 présentant une fuite importante par suite d'une fissure dans la colonne, est remplacé par un nouveau sondage 7810/5 tout proche du premier et débitant 140 l/sec.

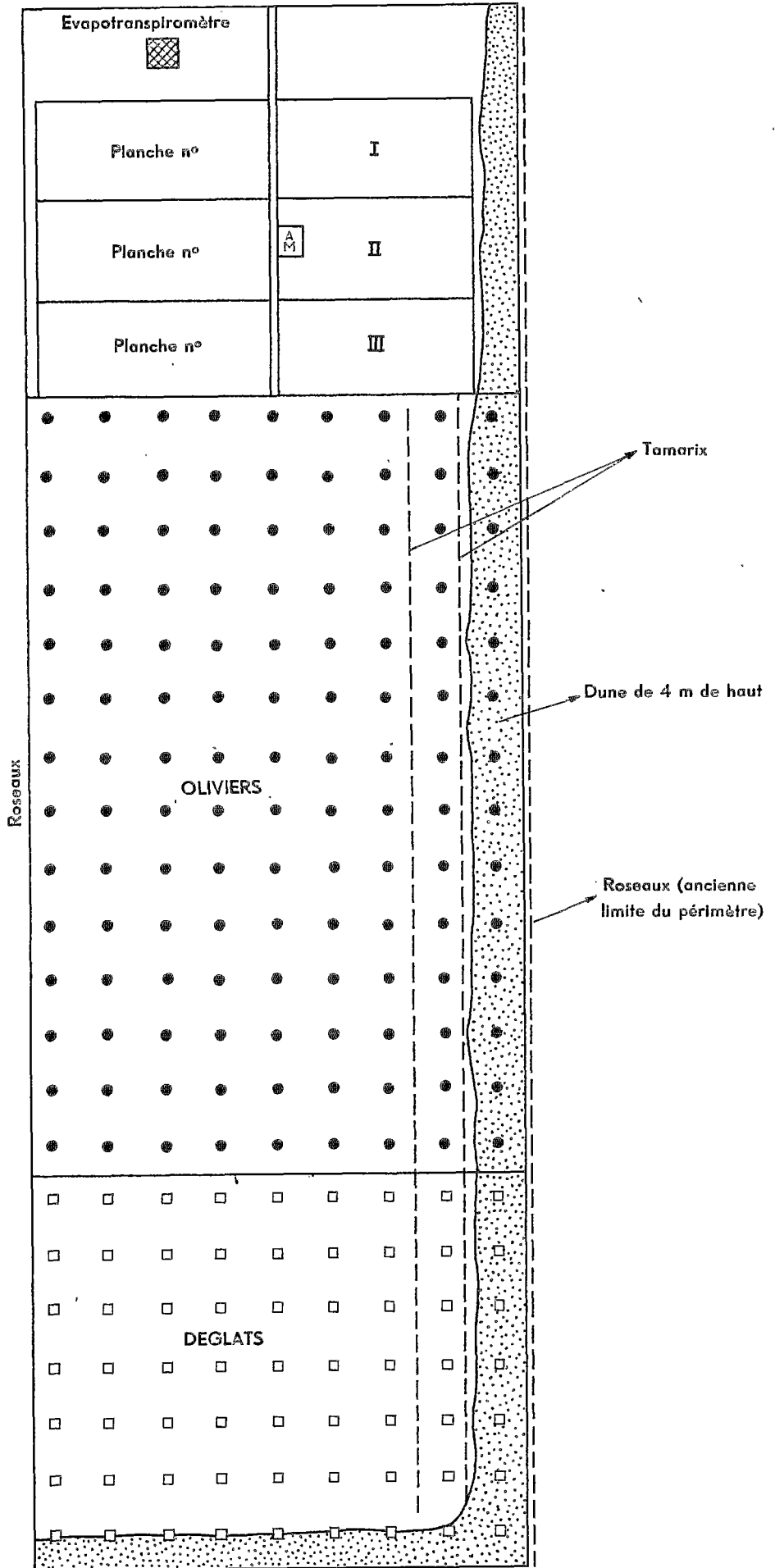
Le module pour la parcelle était de 18 l/sec avec séguia en terre sommairement aménagée.

En 1960 devant l'importance des déperditions d'eau dans les séguias en terre on installa un réseau sommaire conduite fixe en matière plastique \varnothing 120 mm avec bouches d'irrigation et travaux " Seppic " mobiles \varnothing 100 mm pour distribuer l'eau dans les planches.

13.- La nappe phréatique

P.DESSUS signale une nappe peu chargée (1,4 g/l) à 7 m de profondeur. Cette nappe n'est pas remontée de façon nuisible dans la parcelle d'essai malgré les déperditions énormes dans les tubages du sondage.

Tamarix-roseaux



PARCELLE DE KSAR RHILANE

Echelle 1/1.000°

14.- Préparation du terrain et travaux de protection

Les travaux préparatoires furent les suivants :

- En février 1952 : Piquetage de la parcelle rectangulaire, 250 m de long 80 m de large, orientée Nord-Ouest avec séguia principale le long de la limite Nord.
(voir croquis en annexe)
Enlèvement des touffes de Caligonum et nivellement.

Mise en place des plantes et des séguias en terre.
- En Novembre 1952 : Mise en place des roseaux de Gabès, comme brise-vent, sur la limite Nord.
- En 1958 & 1959 : Le brise-vent formé par les roseaux sur la limite Nord atteint 4 m de haut. Roseaux en très bon état car ils sont irrigués de façon quasi permanente par la séguia qui les longe.

Création d'une barrière le long des bordures Est et Sud à l'aide de roseaux et tamarix.

De 1958 à 1962 sous l'effet du surpaturage et malgré la création d'une dune artificielle par les forestiers les mouvements de sable allèrent en s'implifiant au point que le brise-vent menaçait d'être enfoui sous une dune. Une double haie tamarix et roseau fut donc installée à quelques mètres en retrait obligeant à sacrifier les deux premières rangées d'oliviers et de dattiers.

15.- Personnel employé

Le personnel employé était réduit :

- Un agent du service pédologique chargé de la surveillance et des travaux et des observations météorologiques.

- deux manoeuvres spécialisés.

En outre il était fait appel à des ouvriers pour de très courtes périodes correspondant aux travaux de labour, nivellement et désensablement.

2) - LES CULTURES

1°) - Oliviers

Couvrant une surface d'un hectare (125 x 80 m) la plantation a été effectuée en août 1952 sous la direction de M. DESSUS et la surveillance de M. Ahmed Chérif. Les arbres ont été plantés à 9 x 9 m (126 arbres/ha) dans des trous de 1m³. Les souchets provenaient de la pépinière de Ben Gardane. Par la suite une vingtaine d'oliviers ont dû être remplacés. Les souchets ayant été fournis par les Services de l'Agriculture leur provenance est variée et de ce fait la plantation n'est plus homogène.

L'irrigation (0,4 l/sec.ha environ) avait lieu de mars à octobre tous les 12 jours et d'octobre à février tous les 20 jours, soit 10 irrigations par an. A partir de 1960 le nombre d'irrigation a été ramené à 3 ou 4 mais le volume d'eau a été augmenté.

La végétation fut excellente. Les arbres mesuraient 15 à 40cm en mai 1953, 40 à 80 cm en octobre de la même année, 1m20 en 1954, 2m en 1955. En 1967 ils atteignent des hauteurs considérables : 4 à 5 m. Les tailles ont été plus fréquentes et légères. On signale quelques accidents : gelée en février 1956 sauterelle en juin 1958.

La floraison est abondante mais beaucoup de fleurs tombent. Un petit nombre de fruits se forme mais tous se dessèchent et tombent pendant les mois d'été. On note une seule récolte en 1965 : 250 kg d'olives. Toutes les feuilles présentent des cicatrices sous forme de petits points jaunes : les cicatrices sont dues à l'impact des grains de sable sur les feuilles. On relève également des cicatrices sur quelques troncs.

22. - Palmiers

La plantation couvre 0,5 hectare (80 x 62 m). Les Djebars mis en place en août 1952 par M. A. Chérif sont des Déglat-en-Nour du Nefzaoua (Mechelli). L'écartement est 9 x 9 m (63 palmiers).

L'irrigation (0,8 l/sec/ha en principe), revenait tous les jours pendant les 20 premiers jours de la plantation, puis une fois par semaine pendant les deux mois suivants. Sur les arbres adultes on pratique 15 à 20 irrigations par an, tous les 12 jours de mars à octobre, tous les 20 jours d'octobre à fin février.

Le développement végétatif fut bon. Il y eut 19 manquants au départ (30 % de manquants, chiffre normal). Les premiers régimes apparurent en 1955. A partir de 1959 tous les arbres produisaient des régimes.

En 1960 et les années suivantes on prit l'habitude de réduire le nombre de régime à 4 pour ne pas épuiser l'arbre. Les rendements atteignent 12 et 13 kg par arbre en 1964 et 1965. Mais la qualité des fruits est très médiocre.

L'état sanitaire de la plantation est également médiocre. Dès 1959 les attaques de Cochenilles (*Parlatoria Blanchardi*) se généralisent et ne peuvent être maîtrisées malgré des traitements sévères : enlèvement et brulis des feuilles les plus atteintes, pulvérisation d'huile blanche. Il faut reconnaître que, faute d'une étude sérieuse, les traitements n'ont peut être pas été effectués au moment où leur efficacité eut été maximum.

23.- Les cultures fourragères

231)- La luzerne

La variété cultivée était le plus souvent la luzerne de Gabès qui a un meilleur comportement que la luzerne de Provence (1959 : 28 t/ha contre 18,7 t/ha).

Le semis s'effectue soit en novembre en mélange avec de l'orge, soit au printemps. Les semis d'automne sont préférables. Il est probable que la plante est mieux installée pour aborder les rigueurs de l'été. En outre en cas d'irrégularité de la levée il est possible au printemps suivant de combler les vides.

A signaler en effet le difficulté qu'on rencontre à obtenir des parcelles homogènes avec des cultures à petites graines. Le remède consisterait à pratiquer quelques irrigations par aspersion jusqu'à levée complète de la culture.

La fumure a consisté depuis 1960 en un apport de 600 kg/ha de super en début de culture.

L'irrigation avait lieu tous les 1^{er}-20 jours en hiver, tous les 10 jours d'avril à novembre. Le débit peut être estimé à 0,45 l/sec/ha en hiver et 0,9 l/sec/ha en été.

Le nombre de coupes passe de 6 à 8 en première année à 10-13 coupes en seconde année. Il y'a un ralentissement de la végétation en novembre et décembre.

Les rendements sont très satisfaisants : 60 à 80 t/ha de fourrage vert en première année, 130 à 150 t/ha en seconde et troisième année. P. DESSUS signale même des rendements de 180 à 200 t/ha dans la première culture (1952-1955).

Les attaques parasitaires obligent à prévoir des traitements : chenilles de noctuelles de juin à septembre chaque année et sauterelles épisodiquement (1955 à 1959).

232.- Sorgho fourrager

Le Sorgho fourrager n'a été testé qu'une année en 1966.

Le semis a eu lieu le 9 Juin. Il y'a eu 16 irrigations et 3 coupes. Le rendement a été de 22 t/ha.

La sensibilité du Sorgho au vent de sable semble devoir restreindre l'intérêt de cette culture.

233.- Autres espèces fourragères

En 1960 M. THIAULT spécialiste des plantes fourragères à la PAVA avait tenté d'introduire de nouvelles espèces.

Le semis avait eu lieu le 16 janvier

L'irrigation revenait tous les 8 jours au début, tous les 15 jours par la suite. M. THIAULT pensait réduire progressivement les doses d'irrigation jusqu'à l'arrêt presque total ou tout au moins un apport très réduit. Quelques espèces avaient un bon comportement :

- Agropyrum elongatum (donne une couverture du sol assez dense, mais de petite taille : 20 cm)
- Agropyrum intermédiaire
- Festuca arundinacea : résiste bien à la gelée.
- Paspalum dilatatum : donne des touffes plus grosses et plus ligneuses que l'agropyrum.
- Bromus catharticus
- Bermuda grass = cynodon dactylon
- Parkinsonia : croissance normale, taille 1m50 à 1m60

Des caroubiers, après une bonne reprise, séchaient dès qu'ils atteignaient 10 cm de haut.

ou
Enfin il y eut un échec total à peu près total pour :

- Gleditchia triocanthos
- Agropyrum desertorum
- Bouteloua curtipendula
- " gracilis
- Buschia dactyloïdes.

Cet essai uniquement limité au comportement de quelques espèces nouvelles n'a pas été poursuivi. Il ressort que seuls Festuca Arundinacea et Agropyrum elongatum sont vraiment prometteurs.

24.-Les céréales

241)- L'Orge

Cette céréale est déjà cultivée couramment par les nomades.

De 1954 à 1958 on a comparé 3 variétés :

- Orge Martin
- Orge Frigui
- Orge Ardaoui

La dernière semble donner les résultats les plus réguliers. Les rendements moyens avoisinent 15 qu/ha. Mais bien protégée du vent et bien cultivée l'orge peut donner des rendements de 30 à 40 qu/ha.

242.- Le blé

Après essais comparatifs de 3 variétés (blé Hmira, blé Frigui et blé de l'oasis), essai du reste peu concluant, la culture du blé a été plus particulièrement axée sur la variété Florence-Aurore.

Le semis avait lieu en octobre novembre .

Le nombre d'irrigation était limité à 3 : au semis , à l'épiaison et avant la floraison. Le fait que la seconde irrigation soit apportée avant ou après l'épiaison ne change pas sensiblement les résultats.

Sans engrais les rendements sont faibles : 6 - 8 qu/ha. Avec une forte fumure N-P les rendements ont atteint 30 qu/ha.

Le blé est sensible aux vents de sable. Comme pour la luzerne il est difficile de réaliser des semis réguliers en terrain aussi sableux.

243.- Maïs -Sorgho

Ces deux cultures ont été essayées avec des résultats médiocres. Elles succédaient à une culture de blé.

Les semis étaient donc tardifs : Avril -Mai.

L'irrigation était importante : 13 à 14 irrigations.

Les rendements malgré une fumure abondante oscillaient entre 5 et 7 qu/ha.

Les attaques de chenilles (noctuelles) nécessitent plusieurs traitements.

Les vents de sable tardifs ont eu des effets néfastes.

244.- Coton

Le Coton longue fibre Pima 67 à été introduit en 1959. Les meilleurs résultats ont été obtenus lorsque le coton succédait à une luzerne.

Le semis ne peut avoir lieu avant mi-avril (température trop basse). On semait à 1m x 0,25 m.

La fumure était importante (200 kg/ha de super, 100 kg/ha de sulfate de potasse et 100 kg environ de perlurée au semis et en couverture après l'éclaircie).

On irriguaient avant semis, puis, après semis, tous les 10 jours jusqu'à la floraison, tous les huit jours ensuite, soit 20 à 24 irrigations par culture.

Les traitements sont indispensables : endrin et cryolithe.

Les rendements oscillent assez régulièrement entre 15 et 20 qt/ha. Par suite de la rareté des pluies d'automne, le coton est d'excellente qualité.

26)- Autres Essais

"Quelques cultures maraichères : salade, radis, blettes, betteraves, courges, pastèques, piments, melons, oignons, ail ont donné lieu à des essais restreints indiquant néanmoins des résultats intéressants, supérieurs à la moyenne " (P. DESSUS).

3.- CONCLUSION DE L'EXPERIMENTATION

31.- Sol

L'irrigation pendant les 14 ans de culture n'a pas entraîné de salinisation excessive. Après un accroissement brutal lors des premières irrigations, la salure s'est stabilisée (voir tableau).

La profondeur et la texture du sol expliquent l'absence de nappe phréatique et une salure en relation avec l'eau d'irrigation.

La teneur en matière organique reste faible et dans tous les cas une fumure organique et minérale est indispensable pour obtenir des rendements corrects.

Le programme d'étude prévu en 1960 Août étudier l'influence des amendements organiques et engrais minéraux sur la teneur en matière organique et la structure du sol n'a pu être entrepris valablement en raison des difficultés dues à l'éloignement du périmètre (transport du matériel, surveillance des essais).

32.- Cultures

Par contre, l'ensemble de la parcelle a été constamment en culture et les renseignements fournis sont importants.

321.- Oliviers

- Malgré un état végétatif toujours excellent et une floraison abondante les oliviers ne fructifient pas. Une exception à noter en 1965 où une récolte de 250 kgs d'olive de très petite dimension a été faite.

Toutes les hypothèses possibles sur cette stérilité ont été émises par les différents techniciens ayant visité le périmètre (déséquilibre nutritif, taille insuffisante, irrigation trop importante, notamment au moment de la nouaison, froid tardif, variétés stériles). En fait une accentuation de la taille n'a rien changé. Un essai engrais azoté en blocs à six répétitions avec 0-5 - 10 kg d'ammonitrite par arbre n'a pas amélioré la production.

Il semble en définitive que le sable soit responsable pour une large part de la mauvaise fécondation observée.

322.- Palmiers Déglat-En-Nour

Les résultats obtenus sont moyens quant à la quantité mais très médiocres quant à la qualité des dattes. En effet, celles-ci sont très souvent pourries, recouvertes de sable et de cochenilles. Plusieurs traitements à l'huile blanche n'ont pas réussi à éliminer ces parasites en raison de l'absence d'un programme phytosanitaire appliqué à l'ensemble du périmètre. D'autre part, les pulvérisations n'ont pas été toujours effectuées au moment adéquat, fonction du cycle de reproduction et de développement des cochenilles.

Ces dernières années, le rideau de Tamarix (Côté Sud) a certainement nuit à l'aération et l'ensoleillement des arbres, de même que l'ensablement et une fumure minimum. Placés à l'intérieur du grand périmètre, dans de meilleures conditions, les palmiers se comporteraient mieux. On a vu dans les chapîtres consacrés à la bioclimatologie une explication de ces résultats médiocres.

323.- Cultures fourragères

a)- Luzerne de Gabès. Les excellents résultats obtenus les premières années (150 à 200 t/ha de fourrage vert) ont diminué sensiblement mais il est très facile d'obtenir entre 100 et 150 t/ha de fourrage vert pour une luzernière de deuxième année avec 12-13 coupes par an.

Le semis au Automne avec l'orge parait une bonne solution et les levées sont meilleures, ce qui constitue un avantage certain pour le développement ultérieur de la luzerne.

En hiver les gelées causent certains dégats, mais ce sont surtout les noctuelles qui dévastent la culture (juillet-Août). Les attaques ont été en s'accroissant les dernières années et les traitements ne sont pas toujours efficaces.

Par contre les maladies cryptogamiques (mildiou etc...) n'ont pas été observées.

b)- Sorgho fourrager

Il est possible de faire au moins 3 coupes (20 t/ha de fourrage vert). Mais dans les premiers stades de végétation le vent de sable et le sirocco causent des dégats importants. Pour être concluant l'essai devrait être repris dans des zones mieux abritées du vent de sable. L'intérêt du Sorgho fourrager est de pouvoir occuper le terrain à la suite d'une culture récoltée précocement (blé ?).

c)- Autres espèces fourragères

Les essais de M. THIAULT n'ont pas eu de suite. Retenons l'intérêt de la fétuque, qui a déjà fait ses preuves ailleurs, et de l'agropyrum dans la mesure où il est toléré par le bétail.

324.- Cultures annuelles

a)- Céréales

Différentes céréales (orge, blé dur etc...) ont été essayées avec des rendements très divers.

Le blé tendre (Florence Aurore) avec une fumure minérale correcte atteint facilement entre 20 et 30 qux/ha.

Le Sorgho ne dépasse pas 5-8 qux/ha.

b)- Maïs

Les essais très limités donnent des résultats médiocres. Le vent de sable et parasitisme sont des handicaps sérieux pour cette culture.

325.- Coton : D'une façon générale cette culture réussit bien. Les rendements observés sont constants (moyenne de 20 qux/ha) et la qualité excellente. Les gelées de novembre ne permettent pas toujours une récolte complète. D'autre part, les vents de sable et sirocco sont dangereux pour le coton en début de végétation, ainsi que les basses températures du sol (cf. bioclimatologie).

33.- Protection contre le vent

La barrière de roseaux de Gabès (bordure Est-Nord-Est) est maintenant complètement envahie par une dune de sable (4 mètres de haut) qui a investi la première rangée d'oliviers et de palmiers.

Le système prévu en 1960-61 (Plaques Eternit et Tamarix) à l'arrière de la bordure en roseaux entre le 1er et le 3° rang d'arbres a permis de ralentir au moins pour l'instant l'avancée de la dune à l'intérieur du périmètre. La parcelle expérimentale a servi en partie de bouclier pour le reste du périmètre.

En réalité, la lutte contre l'ensablement doit se situer bien à l'extérieur de celui-ci. Ainsi la dune artificielle créée à l'aide d'une barrière en plaquettes ondulées " Eternit " installée à 200 m à l'Est par le service des Forêts a complètement disparu sous un champ de dunes qui interdit désormais l'accès du périmètre par l'ancienne piste conduisant au forage.

Par contre, les Tamarix plantés en 1964-65 entre la barrière de plaques " Eternit " et la parcelle se révèlent intéressants d'autant qu'ils se développent très rapidement en bénéficiant notamment des fuites en tête du sondage. Il serait nécessaire de multiplier ce peuplement.

L'ensablement généralisé de toute la bordure Nord-Est, Est et Sud-Est et ceci jusqu'à plusieurs centaines de mètres est remarquable. L'erg voisin s'est donc produit en une douzaine d'années. A l'origine, un tel ensablement n'existait pas. Le fait essentiel est donc la multiplication inexorable des dunes de sable. La disparition complète des peuplements de *Caligonum* en est la cause. La fixation du sol n'étant plus assurée, son équilibre précaire est détruit et on assiste à une véritable désertification de la région.

III.- CONCLUSIONS GENERALES

III.- CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Recommandations pour la mise en valeur du périmètre de Ksar Rhilane et des périmètres à créer dans les Dahars.-

1°)- Toute mise en valeur sérieuse doit commencer par la protection du périmètre contre les vents de sable

Il ne nous appartient pas de nous prononcer sur les moyens à adopter mais l'expérience montre que seul un travail suivi et une surveillance constante peuvent être efficaces.

Nous renvoyons le lecteur au " compte-rendu d'une tournée effectuée à Ksar Rhilane par M. MARION " Directeur de l'Institut de Reboisement de Tunis (S₄/232/IRT). Pour M. MARION les mesures de protection doivent comporter :

- une surveillance du troupeau (charge limite et rotation des paturages).
- une protection à plat sur une zone périphérique à mettre intégralement en défends.
- une protection rapprochée par dune artificielle et brise vents.

En outre des mesures très sévères : interdiction de défricher les touffes de Caligonum, fourniture de combustible à très bon marché seront indispensables pour décourager les charbonniers.

2°)- Irrigations

Le réseau primaire actuel doit être remis en état et surtout complété par un secondaire également étanche afin d'éviter les pertes énormes par infiltration. Le taux d'irrigation sera fonction de l'étanchéité du réseau de 1,2 l/s/ha à 0,8 l/s/ha. La fréquence variera avec la nature des cultures : une fréquence de 7 à 10 jours semble un maximum comme dans tous les périmètres du Sud.

La fumure organique et minérale reste indispensable. Il est certain que sans engrais (phosphatés et potassiques notamment) les rendements deviennent dérisoires exceptés les toutes premières années de mise en culture.

3°)- Traitements phytosanitaires

L'éloignement du périmètre ne facilite pas la surveillance de l'état sanitaire des cultures. Les insectes (Noctuelles, Cochenilles, etc..) causent les dégâts les plus importants comparativement aux maladies cryptogamiques.

4°)- Choix des cultures

41.- Cultures arbustives

Les palmiers sont la principale culture arbustive à généraliser. L'humidité en période de maturation déprécie de manière considérable la qualité de la Déglat-En-Nour. Il serait préférable de s'orienter vers la production d'espèces mieux adaptées (Ffimi, Kentichi).

Le grenadier et le figuier ne devraient pas poser de problèmes particuliers. Quant à l'olivier, il ne peut pas être retenu sauf quelques arbres éventuellement dans les zones les mieux protégées.

42.- Cultures maraichères

La rigueur du climat (gelées fréquentes) interdit évidemment toute possibilité de primeurs. Par contre les légumes traditionnels : carotte, navets cucurbitacées, piment, ail, oignon, betterave etc..., malgré des essais restreints donneront de bons résultats.

43.- Coton

Il réussit bien à Ksar Rhilane mais pour des raisons diverses dont l'éloignement du périmètre, il ne semble guère possible de le cultiver sur de grandes surfaces.

44.- Céréales :

L'orge et le blé tendre donnent les meilleurs résultats.

45.- Cultures fourragères:

a)- La luzerne de Gabès devrait constituer la base de toute culture à Ksar Rhilane. Semée en Automne avec l'orge, elle atteint dès sa 2ème année un rendement de 100 à 150 t/ha de fourrage vert.

b)- En été le Sorgho fourrager permet de compenser la chute de rendement de la luzerne (attaque des chenilles). En hiver, le chou fourrager et la fétuque seraient peut être intéressants mais n'ont pas été suffisamment expérimentés au moins en ce qui concerne le chou fourrager.

Au bout de douze ans l'expérimentation menée à Ksar Rhilane par le service pédologique a permis de dégager un certain nombre de cultures possibles : cultures vivrières, fourrages, blé, coton, palmiers. Elle a permis aussi de mesurer les immenses difficultés auxquelles se heurte la mise en valeur : climat très rude, éloignement qui rend prohibitifs les transports d'engrais, de semence, et l'exportation des récoltes.

Le choix définitif dans l'adoption d'un plan de mise en valeur devra tenir compte de ces difficultés. Il devra aussi tenir compte de certains facteurs humains. Les habitants de la région, essentiellement des bergers nomades, n'ont pas de tradition ni une compétence suffisante pour pouvoir exploiter d'eux-mêmes le périmètre. Il est donc indispensable de prévoir un solide encadrement chargé à la fois de guider les agriculteurs et de faire appliquer avec rigueur les mesures de protection du périmètre contre les sables : mise en défens périphérique, entretien des brise-vents.-

B I B L I O G R A P H I E

COINTEPAS J.P. (1960) - Compte rendu concernant la parcelle d'essais de Ksar Rhilane période 1952-1960 - Service Pédologique, ES - 30, ronéo 20 p.

DESSUS P. (1952) - Note préliminaire concernant le périmètre de Ksar Rhilane (Garaat Bou Flidja).
Service Pédologique - 432 E - ronéo 6 p. cartes.

DESSUS P. (1955) - Compte rendu concernant la parcelle d'essais de Ksar Rhilane (Période 1952-1955)
Service Pédologique 880 E - ronéo p. 13 photos.