

PARCELLE D'ESSAI DE KSAR RHILANE

par CH. BALDY et J. P. COINTEPAS

AVANT 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 mit en place dès 1952 une parcelle d'essai de 2 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.

I. - GENERALITES

1. - Situation

La Garaet Bou Flidja est une vaste dépression située à 100 Km environ au sud d'El-Hamma de Gabès et encadrée dans l'immense plateau pierreux des DAHARS. Elle constitue l'aboutissement d'un certain nombre d'oueds et en particulier l'Oued Bel Krecheb, descendu des Matmatas et dont le cours est arrêté par les premières dunes du grands Erg.

Située en dehors des grands axes de circulation, la garaa Bou Flidja n'était jusqu'en 1952 qu'un lieu de passage pour les caravanes.

2. - Le Sol

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 (2).

(1) M. M. BELGACEM Djedidi - Agent Technique SALAH Djedidi - Ouvrier Spécialisé
BECHIR Ben Abdesslem - Ouvrier Spécialisé NACEUR Ben Ghira - Manceuvre
ABDELKADER Ben Ali - Manceuvre.

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

- 0 - 15 cm : Sable beige, clair, particulaire mélangé à l'argile marron polyédrique, sec, radicelles.
Calcaire 27,7 % - Chlore 0,01 % - Gypse 1,2 %.
- 15 - 50 cm : Sable beige orangé, particulaire lache 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, lache à demi-serré avec bancs de sable argileux à argile sableuse beige à structure squameuse polyédrique de 2-3 mm à 15-20 cm d'épaisseur en couches non continues, sec, radicelles.
- 305 - 365 cm : Sable fin beige, demi-serré à serré, 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.

3. - La végétation

Avant le défrichage la végétation était constituée, entre autres pièces, de touffes de CALIGONUM COMOSUM L'Her et ARISTIDA PUNGENS.Desf.

4. - L'eau d'irrigation

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

Résidu sec	Cl	CO3	SO4	Na	Ca	Mg	SAR
4740	1491	162	1499	828	488	231	7,7

C'est donc 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.

5. - 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.

II. - CLIMATOLOGIE ET BIOCLIMATOLOGIE DE L'OASIS DE KSAR RHILANE(1)

Dans les pages qui suivent, on se contente d'exploiter les données recueillies pour tirer les conclusions nécessaires à la Tunisie. Grâce au travail commun effectué par les spécialistes de Pédologie et de Bioclimatologie qui se sont succédés, un certain nombre de conclusions et de résultats assez techniques, obtenus sur le terrain dans des conditions difficiles, ont permis d'accumuler un nombre de données remarquables, qu'ils en soient remerciés ici.

1. - APPAREILLAGE

Un abri complet comportant un télévent (vitesse et direction instantanées) pour l'anémométrie, et les appareils classiques (Thermographe, Hygrographe, Psychromètre, 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 Pluviomètre, 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 1 m 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 gl/l, 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.

2. - RESULTATS OBTENUS

21 - La pluie à Ksar Rhilane

Un pluviomètre association a fonctionné depuis 1954 à la Station. A l'exception

(1) Ch. BALDY (Avril 1967).

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 heures.

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

2.1.1. = **PLUIE A KSAR RHILANE** (1954 - 1966).

MOIS	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
JANVIER	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
FEVRIER	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
JUILLET	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
AOUT	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
SEPTembre	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
OCTOBRE	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
NOVembre	11,2	2,0	12,4		32,5	0,0	4,0	0,0	6,7	0,0	2,3	0,8	18,6
DECembre	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	143,6	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)

Mois	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
JANVIER	3	7	7	8	2	5	9	3	6	7	8	0
FEVRIER	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
JUILLET	0	1	1	0	0	0	0	1	3	1	0	2
AOUT	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0
SEPTembre	5	6	4	2	4	3	0	4	7	0	9	5
OCTOBRE	6	5	10	3	8	1	5	2	4	4	8	8
NOVembre	3	8	-	7	1	1	4	7	0	5	3	7
DECembre	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

JANVIER	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
FEVIER	<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
JUILLET	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AOUT	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
SEPTembre	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
OCTOBRE	7,0	0,8	19,5	19,0	0,5	0,0	7,2	5,0	6,1	0,0	0,0	15,0
NOVembre	2,0	3,7	---	19,5	0,0	4,0	0,0	4,8	0,0	1,8	0,8	12,0
DECembre	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	année
Pluie moyenne mm	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
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													
0 - 0,1	2	4	3	2	5	7	12	12	6	3	3	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	

On peut estimer que la moyenne générale doit se situer plutôt au voisinage de la médiane (60 mm) 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 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.

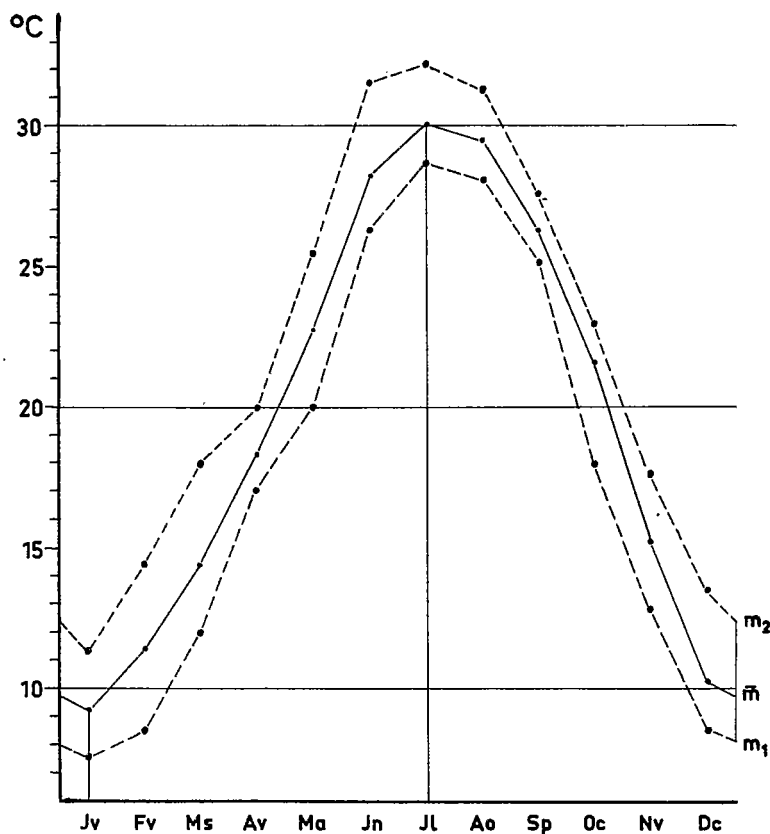
La courte série ne permet aucune conclusion quant aux liaisons éventuelles entre pluies d'automne et de printemps. On a des pluies dès Septembre 1 an sur 2, et ceci est important pour le palmier dattier, qui en souffre beaucoup.

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.

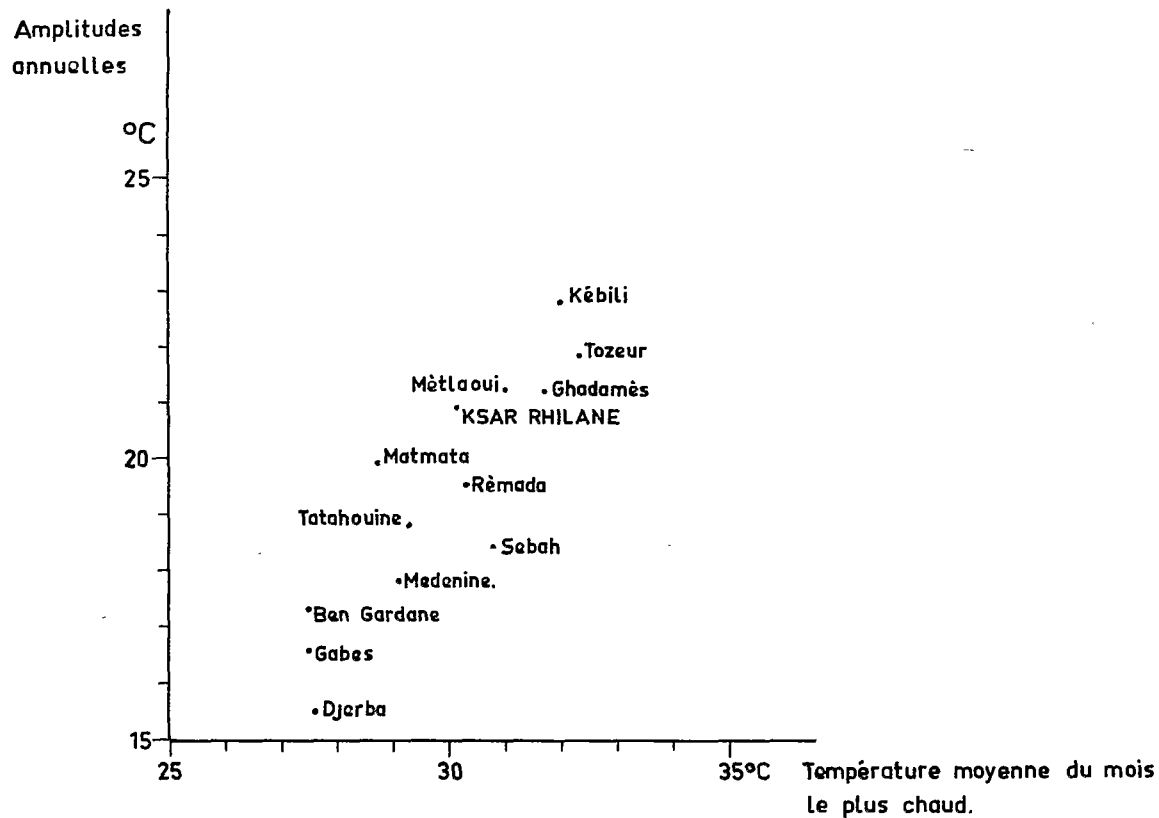
Enfin les plus fortes précipitations constatées en 24 heures ne dépassent pas 39 mm; contrairement à une idée fréquemment avancée les pluies sahariennes ne sont pas « diluviennes ». Elles sont souvent violentes, mais concentrées dans le temps. Il est regrettable qu'on n'ait pu avoir de pluviographe à 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 heures. Les pluies de 24 heures 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 permettent 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.



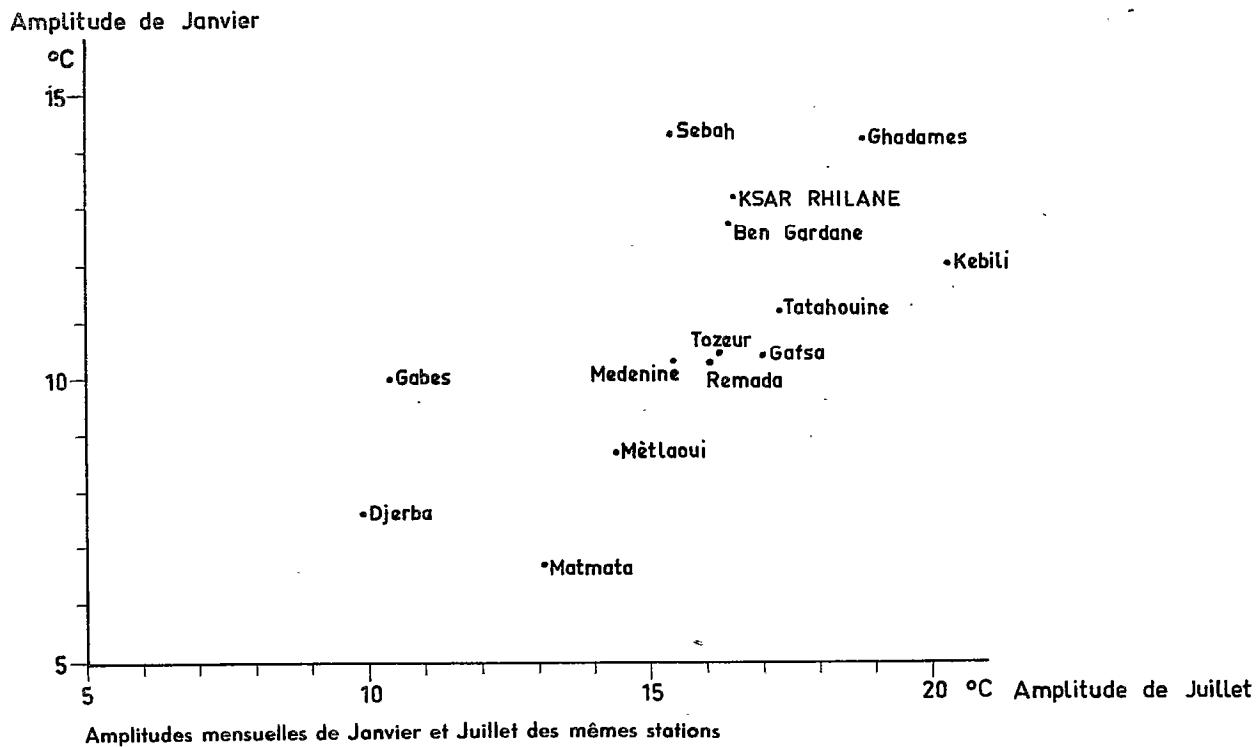
Températures moyennes mensuelles 1954 - 1966 à Ksar Rhilane Erg (I).
 m¹ moyenne mensuelle la plus froide.
 m² moyenne mensuelle la plus chaude.

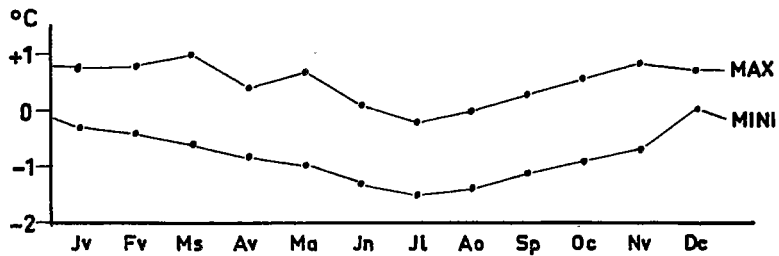


AMPLITUDE ANNUELLE

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

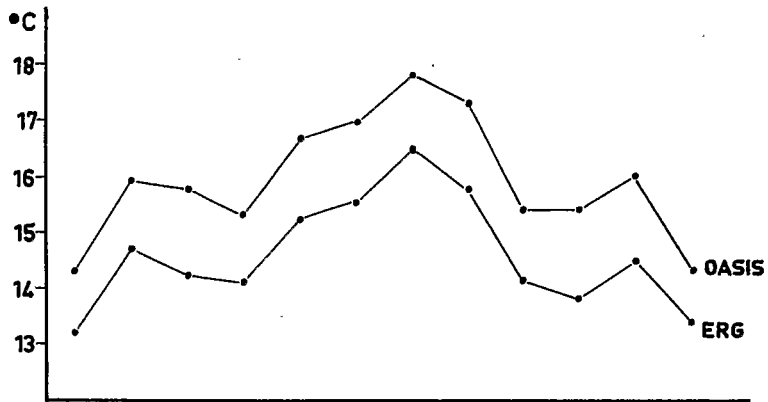
AMPLITUDES MENSUELLES





22.12

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



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

2.22

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

De même le N° 222 montre l'écart systématique dans les amplitudes nycthémerales (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 calculé 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 comparé 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 palmiers Déglet-En-Nour dans le Sud, on le verra au chapitre «conséquences agronomiques». En hiver, on a 80 à 180° de 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 dessus de 0° ou de 15°.

223.1. - Sommes mensuelles des Températures				
Ksar Rhilane I			Ksar Rhilane II	
MOIS	O°C et +	15°C et +	O°C et +	15°C et +
JANVIER	285	0	310	0
FEVRIER	319	0	314	0
MARS	446	8	466	9
AVRIL	548	99	548	99
MAI	704	239	686	220
JUIN	845	396	818	369
JUILLET	933	468	927	462
AOUT	915	449	917	453
SEPTembre	779	339	772	321
OCTOBRE	669	205	636	171
NOVembre	456	16	444	10
DECembre	316	0	341	0

223.2. - Comparaison des sommes de Températures de quelques Stations du Sud.			
	1-XI 30-IV	O°C et + I, V 31-X	15°C et +
GABES	2620	4483	1866
KSAR RHILANE II	2423	4756	2114
« I	2370	4845	2219
GAFSA	2330	4895	2219
METLAOUI	2473	4939	2317
KEBILI	2505	5157	2607
TOZEUR	2611	5172	2629

On remarquera que l'effet d'Oasis se traduit par un certain *réchauffement* de la température moyenne en hiver, et par une légère *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

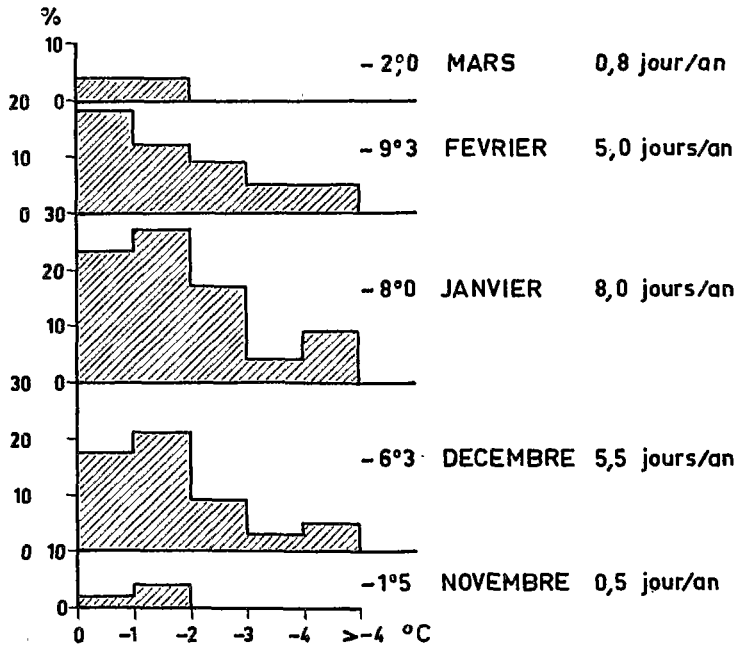
Le schéma ci-contre présente la répartition moyenne mensuelle des gelées *sous abri* à Ksar Rhilane I de 1954 à 1966. On voit que la fréquence de celles-ci est grande, et qu'en Décembre, Janvier et Février, la gelée est de règle chaque année.

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.	Ampli.	Différences entre température sous abri et au sol:
JANVIER	2.0	26.2	14.1	24.2	Différence entre les maximums : Juillet — 22°C Décembre — 7°C
FEVRIER	2.5	34.4	18.5	31.9	
MARS	5.8	34.1	20.0	28.3	Différence entre les minimums : Décembre + 0°7 Janvier + 2°7 Juillet + 1°7
AVRIL	11.0	42.6	26.8	31.6	
MAI	14.7	50.7	32.7	36.0	
JUIN	18.3	51.5	34.9	33.2	
JUILLET	19.5	57.8	38.7	38.3	
AOÛT	19.3	54.4	36.8	35.1	
SEPTEMBRE	17.1	51.3	34.2	34.2	
OCTOBRE	12.0	42.7	27.4	30.7	
NOVEMBRE	7.2	31.1	19.2	23.9	
DECEMBRE	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.

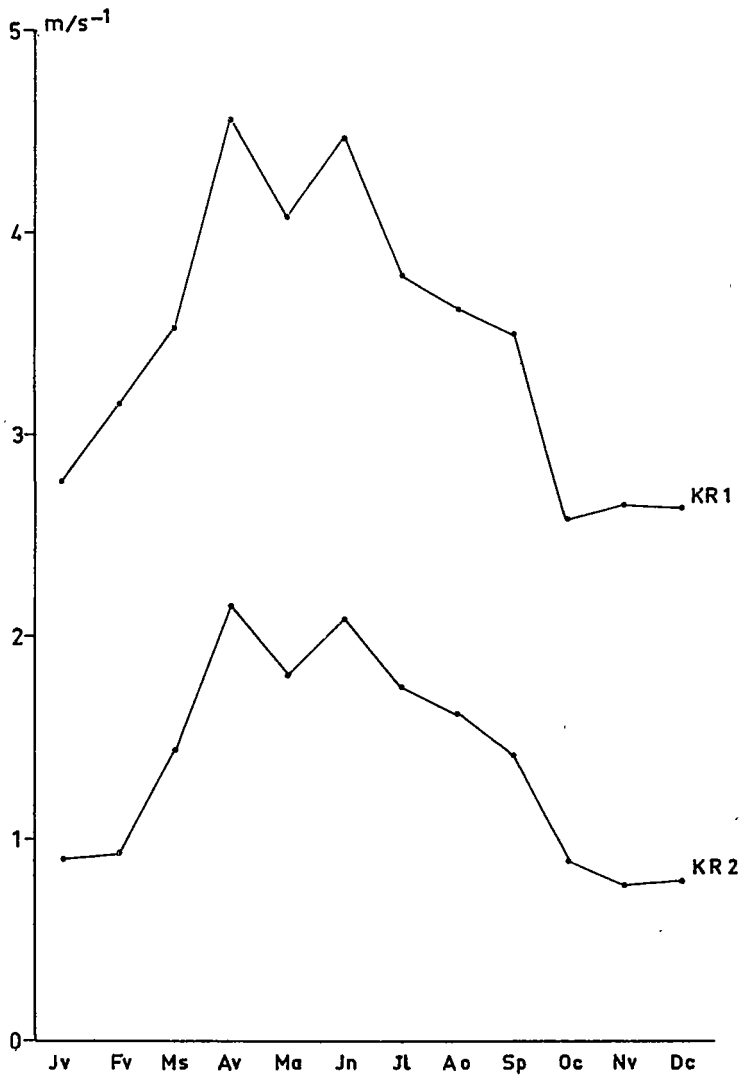
23) - Les vents à Ksar Rhilane

On a dépouillé les vitesses et directions des vents à Ksar Rhilane, tant dans l'Oasis (Poste II) que sur l'Erg (Poste 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 lisserait mieux les moyennes.

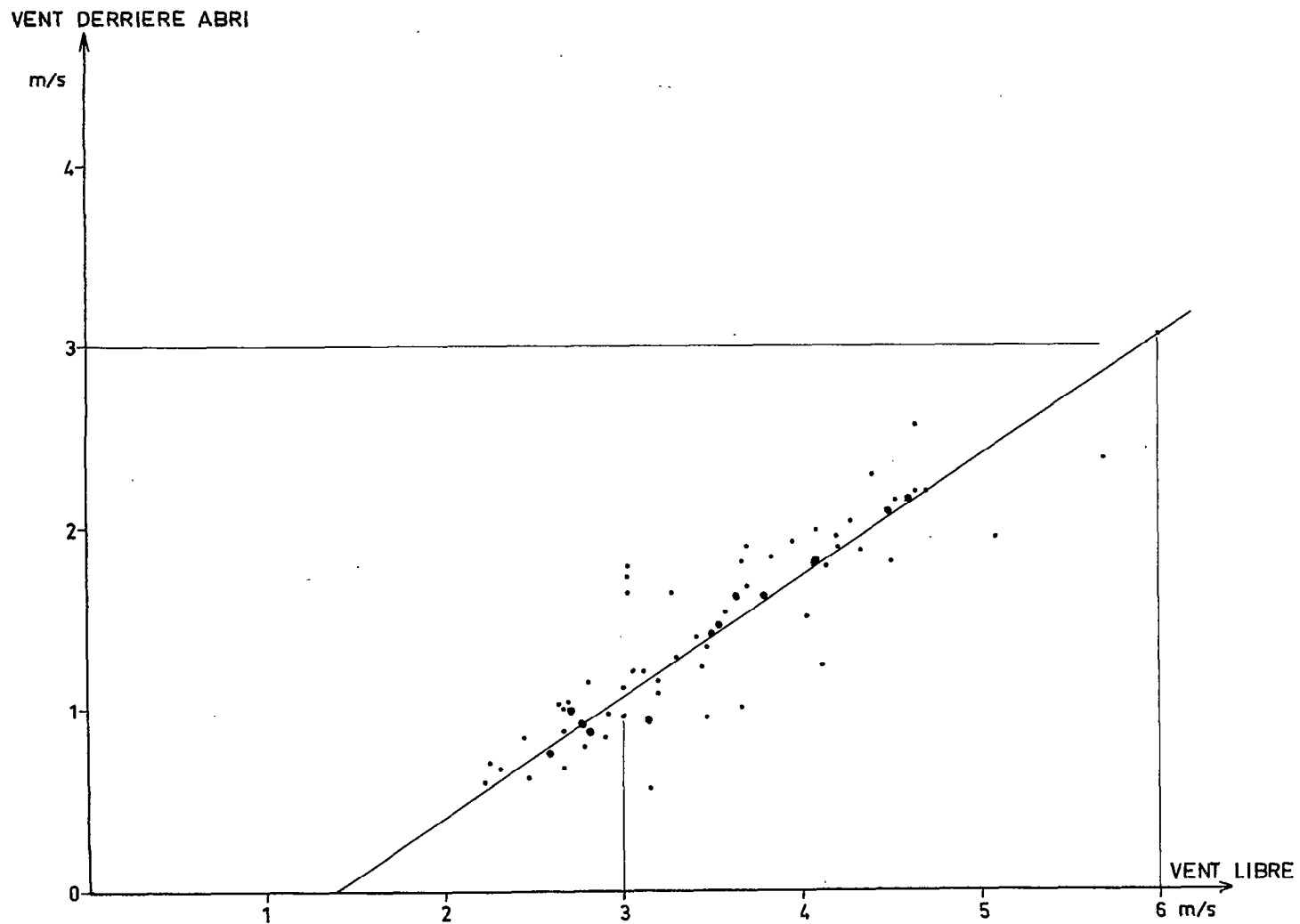
231. - Les vitesses

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

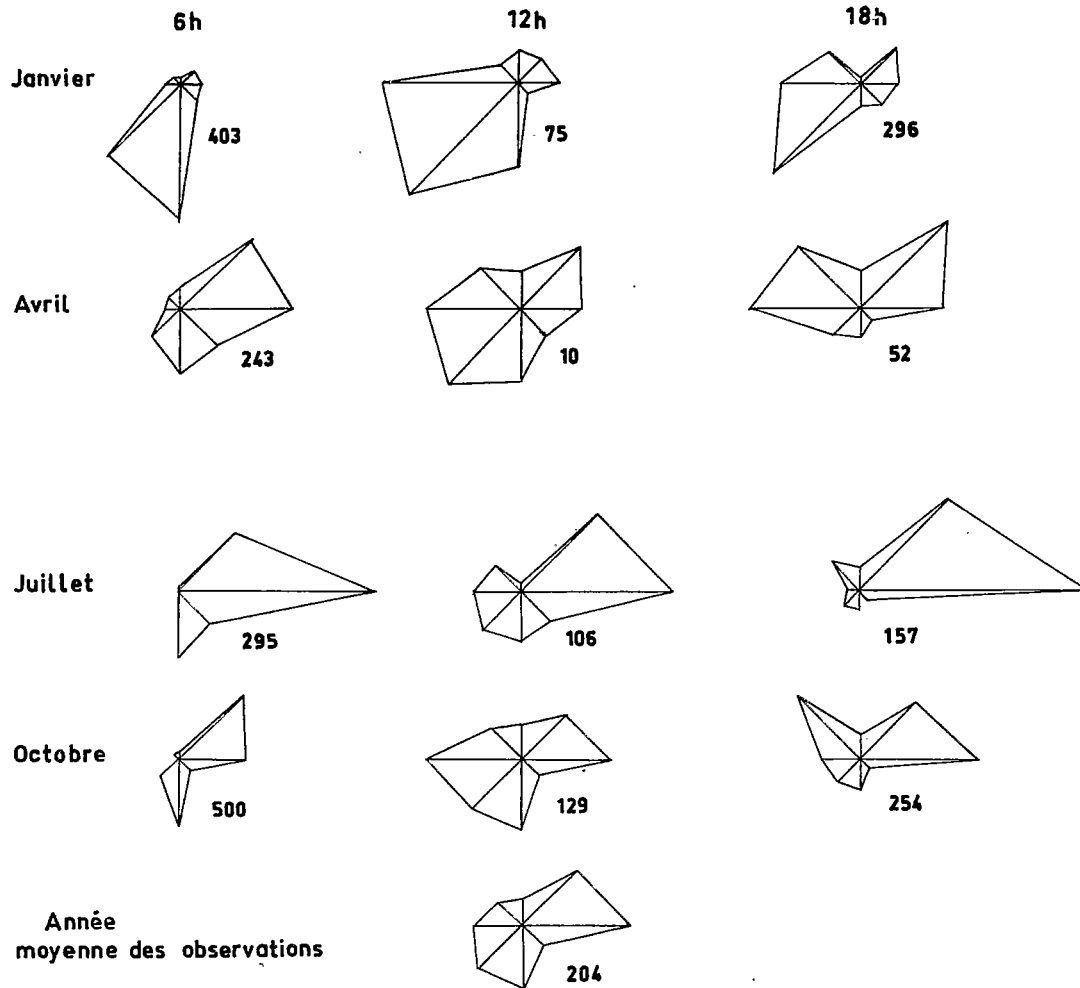
Le temps à manqué de faire la statistique complète des vents par vitesse et directions, mais celle-ci est réalisable, les documents existant.



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



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

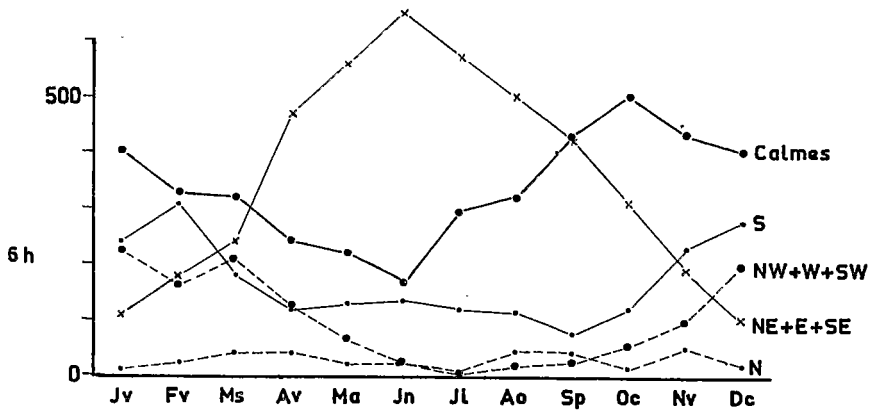
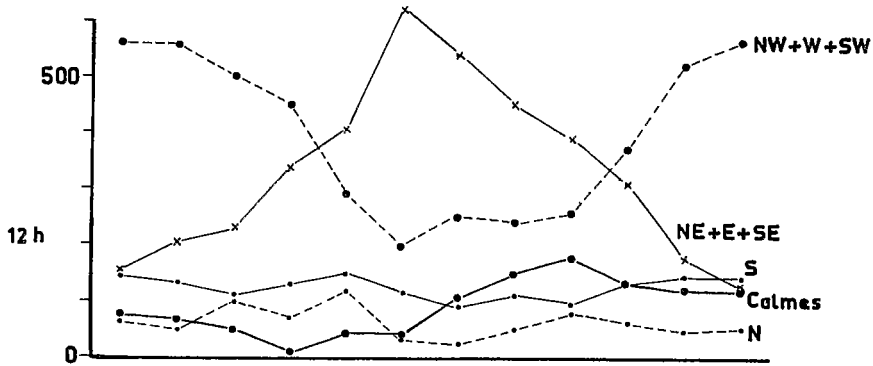
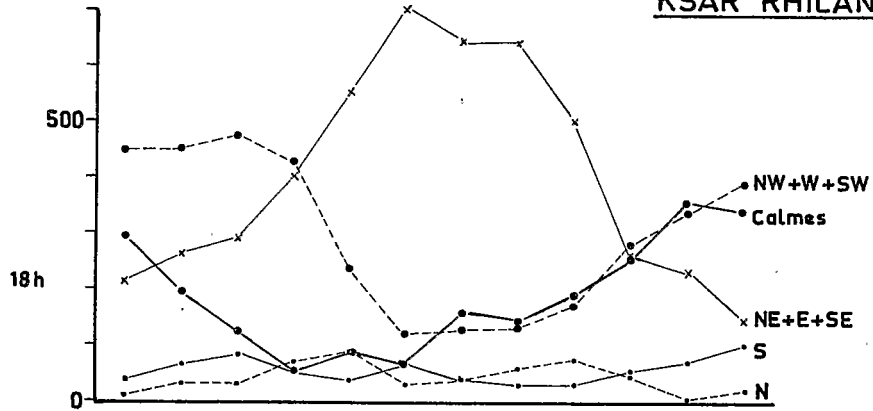


KSAR RHILANE - DIRECTIONS DES VENTS

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

232.2

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 : $y = 1,52 \times x + 5$, 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 6h, 12h et 18h 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 (23.1).

On a établi d'autre part (232,2) un graphique présentant les vents mois par mois à 6h, 12h. Pour simplifier le dessin 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* (6h), 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 (18h) ils oscillent comme à 6h 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 18h, 40 % à 6 h et 33 % à 12h. 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 18h.

Ouest prédomine donc en hiver. Mais c'est essentiellement un vent diurne. SW prédomine d'ailleurs nettement, le matin à 6h, mais tourne vers W ou même NW à 12h, tandis qu'on a 20 à 25 % à 12h et 18h 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 18h.

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 dessèchant» 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.

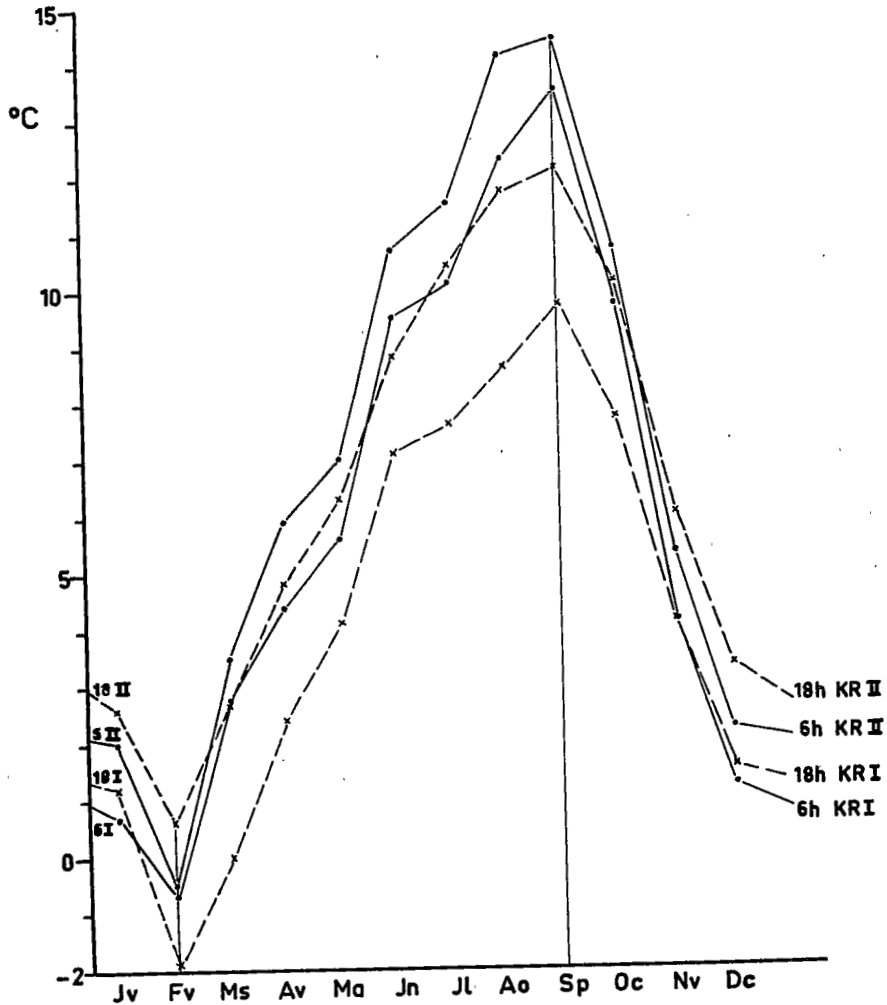
Les vents de sable peuvent avoir deux origines : dans le premier cas, le plus rare en fait, on a affaire à un déplacement de poussières lié à des masses d'air importantes. C'est le phénomène qui aboutit en Europe occidentale aux pluies de sang. Dans le second cas, le plus fréquent, il s'agit de mouvements locaux de saltation, qui ont été étudiés depuis plus de 15 ans au CNRS en France (Laboratoire Queney : cf. travaux de M. DE FELICE). 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 Garaa de Ksar Rhilane 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

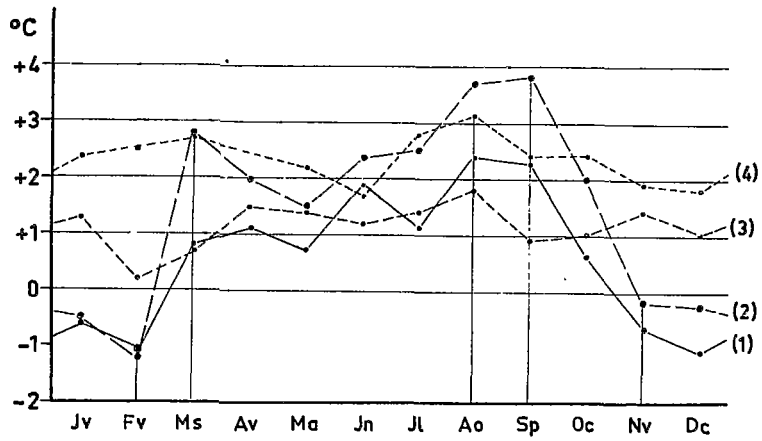
- Effet d'Oasis

Comme on peut s'y attendre en climat désertique, la teneur moyenne en vapeur d'eau de l'air à Ksar Rhilane 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 vapeur d'eau de l'atmosphère.



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

2.4.1

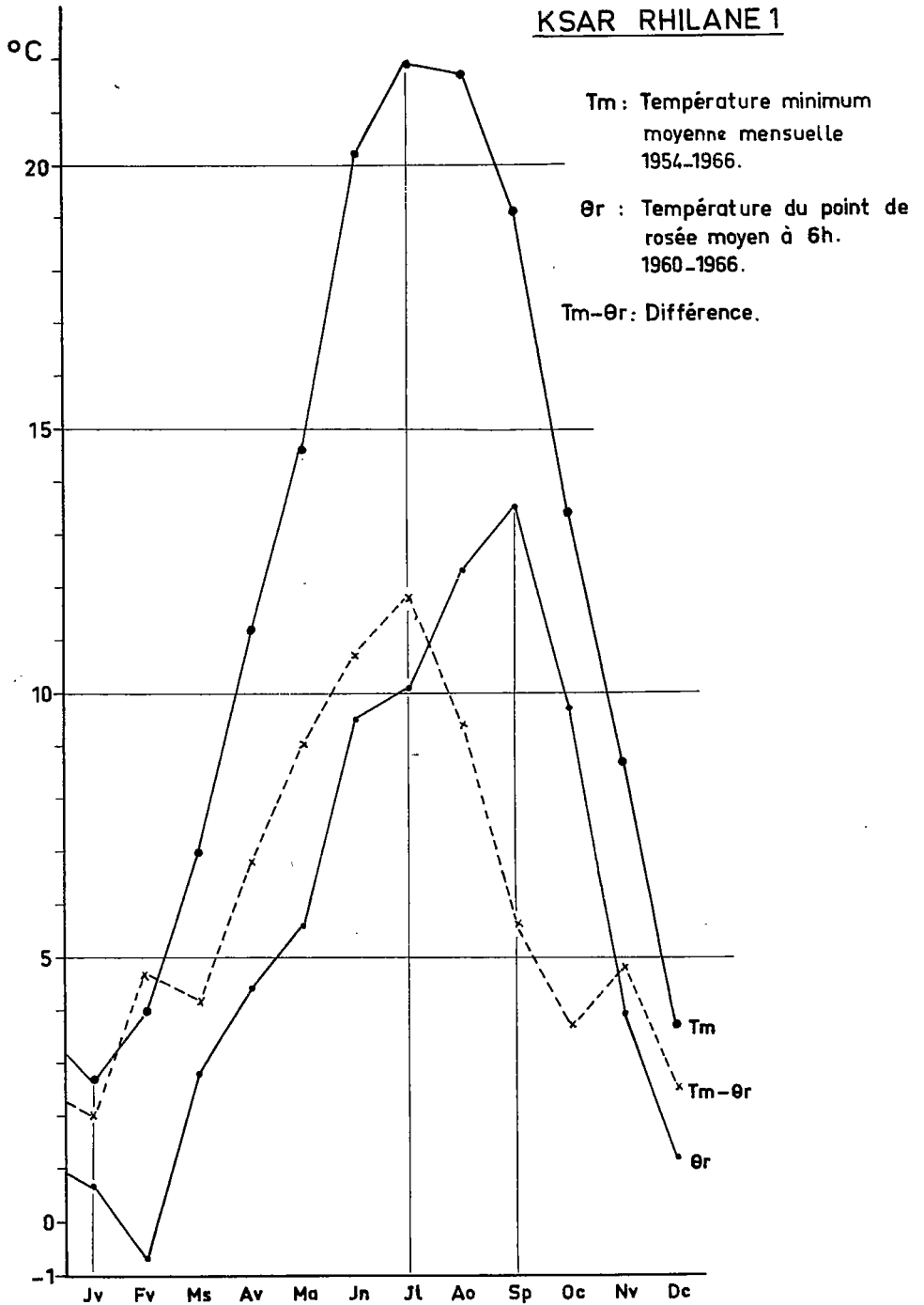


Comparaisons entre les points de rosée

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

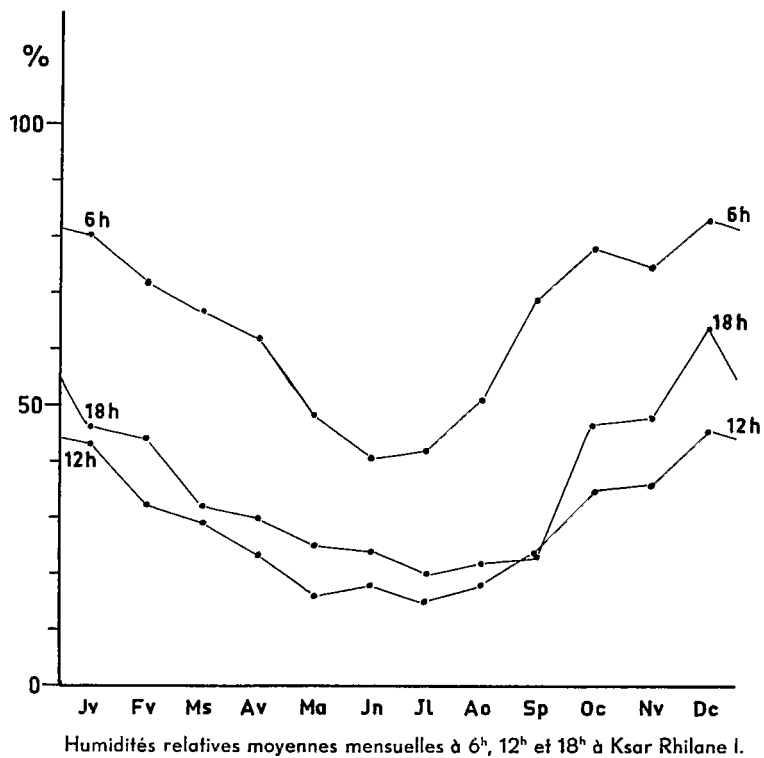
2.4.2

KSAR RHILANE 1



2.4.3

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



2.4.4.

On a établi quatre graphiques pour illustrer ce propos : N° 241 qui montre la fluctuation de la température du point de rosée à 6h et 18h aux deux stations de Ksar Rhilane (I = Erg, II = Oasis), N° 242, qui présente la différence systématique des températures du point de rosée à 6h et 18h à Ksar Rhilane I et Ksar Rhilane II, et la différence existant entre Ksar Rhilane II et I à 6h et 18h.

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 6h du matin, minimale à 18h 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 profit 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 explicite 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 6h. 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 dominant) et en Mars en dehors des périodes de vent de Sud, Sud Ouest ou Ouest.

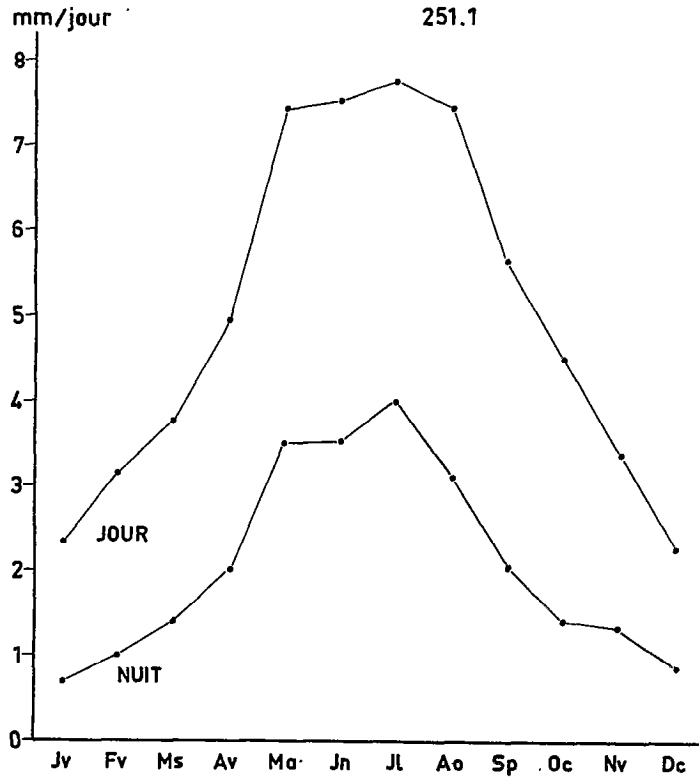
On a représenté en tireté la différence entre minimum et point de rosée, qui permet de voir que le déficit maximum est atteint en Juillet, et qu'en Septembre on est déjà, de ce point de vue, en situation « hivernale » : la teneur en vapeur d'eau de l'air croît rapidement à la fin de l'été, et le risque 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 6h et 18h. 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 12h et 18h de Mai à Septembre sont un peu douteuses, car la fréquence des *humidités inférieures* à 10 % rend aléatoire le calcul des moyennes.

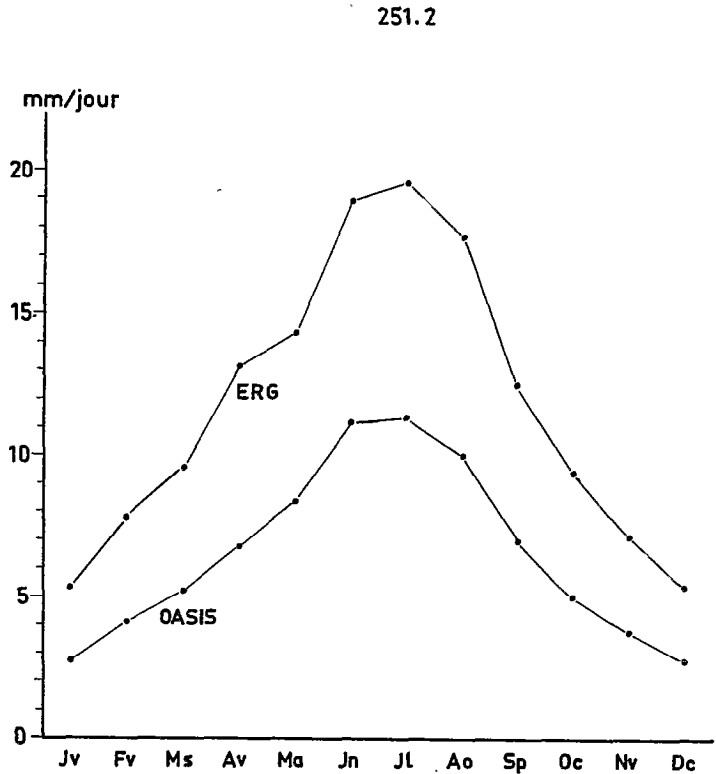
25) - Evaporation sous abri et évapotranspiration

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 + 100 mmm).

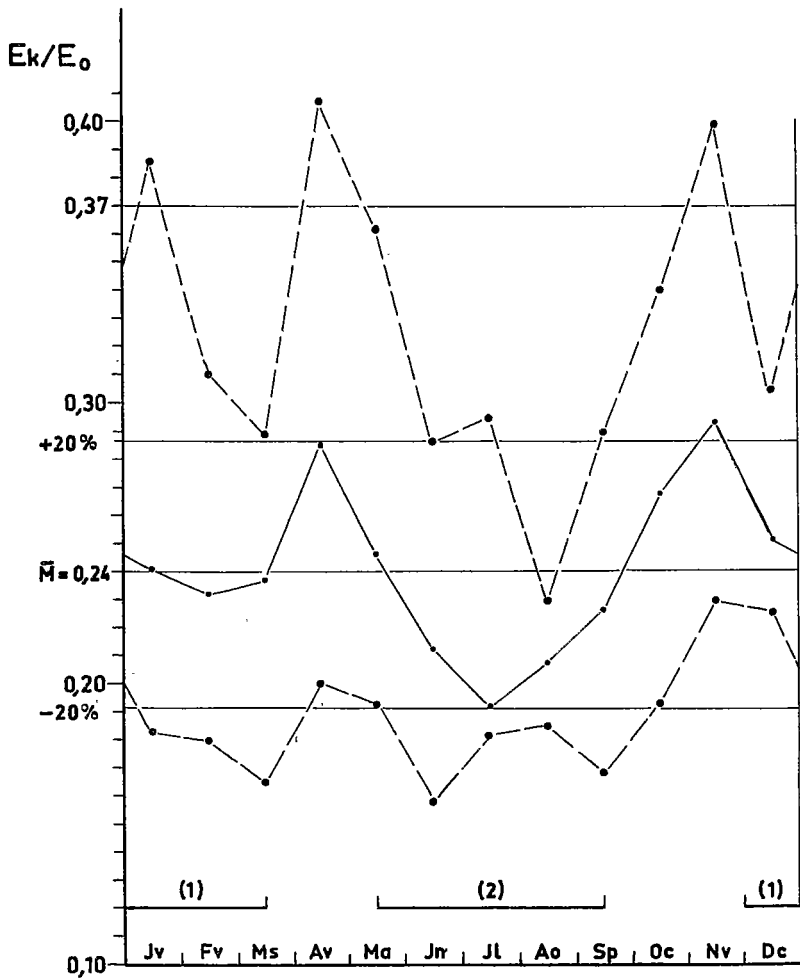
On peut expliquer ceci par la *croissance du rideau brisé-vent*; insuffisant jusqu'à 1960, il a commencé à fournir un abri suffisant à cette date, et son effet est devenu homogène à partir de 1961.



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,



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.

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 littérature 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.

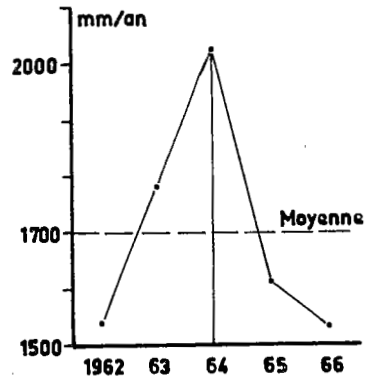
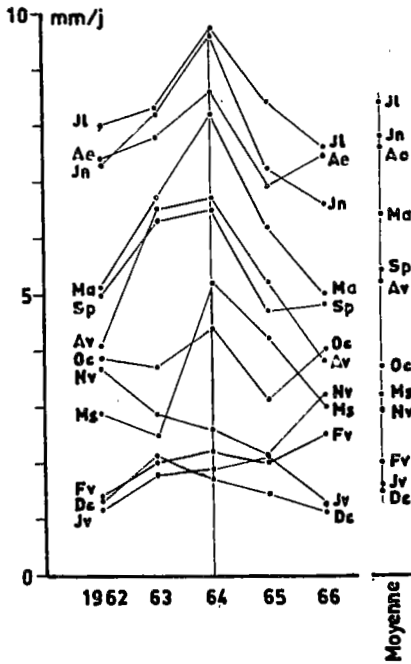
En été au contraire, les coupes très sévères que subit la plante pour la maintenir en gazon réduit ses possibilités de consommation d'eau, et il semble bien que ce soit la vraie raison du «décrochement» des valeurs par rapport à celles de la luzerne (cf l'étude de La Sayette à Tunis à ce sujet, Ann.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

Dans ces conditions, il est difficile de situer précisément la valeur de l'évapotranspiration *potentielle* : on a en fait l'évapotranspiration 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 50 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.

EVAPOTRANSPIRATIONS MENSUELLE ET ANNUELLE

KSAR RHILANE II



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

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	6.7	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	1.6	1.3	1.0	1.5	
* = Plusieurs jours manquent ou sont totalisés.								
T./365 j.		1782	2026	1611	1533	1540	1696	

3 - CONSEQUENCES AGRONOMIQUES DES MODIFICATIONS MICROCLIMATIQUES LIÉES 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 n'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 du périmètre en 1952 a entraîné la fixation de main d'œuvre, 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-vents 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'agropédologie 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'arbres 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 conséquence 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 pluviomètres 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 permis aux hydrologues et hydrogéologues 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 que hors de celle-ci. Le phénomène s'explique 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 nyctémérales 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 6h et 2°C à 18h, 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-vents.

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 mis en évidence à Ksar Rhilane, oasis pourvue de haies de tamaris et non à El Arfiame (Sahara Algérien), où la palmeraie adulte créé 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 engazonné de *Pennisetum clandestinum* (kikyu). 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 des 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, elles 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 déglét-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.

DONNÉES CLIMATIQUES

COORDONNÉES 36G 66' 40" 8G 13' 20"	Jv.	Fv.	Ms.	Av.	Ma.	Jn.	Jl.	At.	Sp.	Ot.	Nv.	Dc.	ANNÉE
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	20.0	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													
6h	80	72	66	62	48	41	42	51	69	78	75	83	
12h	43	32	29	23	16	18	15	18	24	35	36	46	
18h	46	44	32	30	25	24	20	22	23	47	48	64	
Point de rosée													
6h	0,7	0,7	2,8	4,4	5,6	9,5	10,1	12,3	13,5	9,7	3,9	1,2	
18h	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													
1956 - 66 Maximum mensuel	12.6	2.5	9.5	11.3	1.5	2.2	0.0	0.1	2.0	10.7	7.5	10.9	71.1
Minimum 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
Maximum en 24h	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
	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

DONNÉES CLIMATIQUES

KSAR RHILANE II
(Oasis)Sources : Relevés Climatiques
1960 - 1966

	Jv.	Fv.	Ms.	Av.	Ma.	Jn.	Jl.	At.	Sp.	Oc.	No.	Dc.	ANNÉE
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	25.2	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													
Humidité relative													
6h													
12h													
18h													
Point de rosée													
6h	2.0	0.5	3.5	5.9	7.0	10.7	11.5	14.1	14.4	10.7	5.3	2.2	
18h	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

III. - LES ESSAIS CULTURAUX

1 - DISPOSITIF EXPERIMENTAL

La parcelle du Service pédologique était située au Nord-Est du périmètre irrigable. D'une superficie total de 2 ha elle était divisée en trois sous parcelles :

- palmiers déglet-en-nour : 0,5 ha
- oliviers : 1 ha.
- cultures annuelles : 0,5 ha.

L'installation remonte à février 1952, date à laquelle eut lieu le piquetage et le nivellement du terrain. Les arbres furent mis en place en août suivant, puis au mois de novembre un brise vent en roseaux de Gabès. Ces roseaux ont été renforcés ensuite avec des tamarix. Bénéficiant d'une irrigation permanente, puisque longé par la séguia principale en terre, roseaux et tamarix se développèrent à une allure extraordinaire. L'effet protecteur fut cependant très vite insuffisant. 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'amplifiant 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.

Nous reviendrons longuement sur ce problème en fin d'article. La parcelle était en effet exposée de plein fouet aux vents de sable et l'ensablement fut, avec l'irrigation, l'obstacle majeur à notre expérimentation.

Le réseau d'irrigation s'est limité au départ à quelques séguias en terre. Le module d'irrigation, 18 l/sec, excédait largement les besoins. Cependant en 1960 devant l'importance des déperditions d'eau dans les séguias en terre on installa un réseau plus étanche : conduite primaire fixe en matière plastique Ø120 mm avec bouches d'irrigation et tuyaux « Seppic » mobiles Ø100 mm pour distribuer l'eau dans les planches. Grâce à ce réseau les doses d'irrigation furent mieux contrôlées. Un dispositif expérimental prévoyait l'apport comparé de deux doses d'irrigation : E.T.P. et 0,7 E.T.P. Malheureusement à partir de 1961 d'énormes fuites dans la colonne du sondage amenèrent la formation d'un lac au voisinage de la parcelle. L'infiltration latérale de ce lac rendait illusoire tout essai de mesure de l'alimentation en eau des cultures.

Le personnel employé était réduit :

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

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

2 - RESULTATS

2.1. - Evolution du sol.

Des prélèvements ont été effectués dans des conditions variables et analysés avec des méthodes peu uniformes. Nous avons essayé de les regrouper et de les présenter dans le tableau 2.11 sous une forme et avec des unités comparables. Le tableau 2.12 présente des résultats systématiques obtenus à la fin de l'expérimentation. La méthode analytique est celle préconisée au Hand Book n° 60 de l'US Département of Agriculture (analyse d'une pate saturée de sol).

La lecture de ces tableaux montre que l'irrigation a provoqué une légère salure du sol. Les derniers prélèvements effectués en 1967 indiquent une salure non négligeable 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 entraîne une concentration en sel très importante. Il se forme une couche pulvérulente où nous avons noté en juin 1960 une conductivité de 42 mmhos/cm (0,68 % de Chlore).

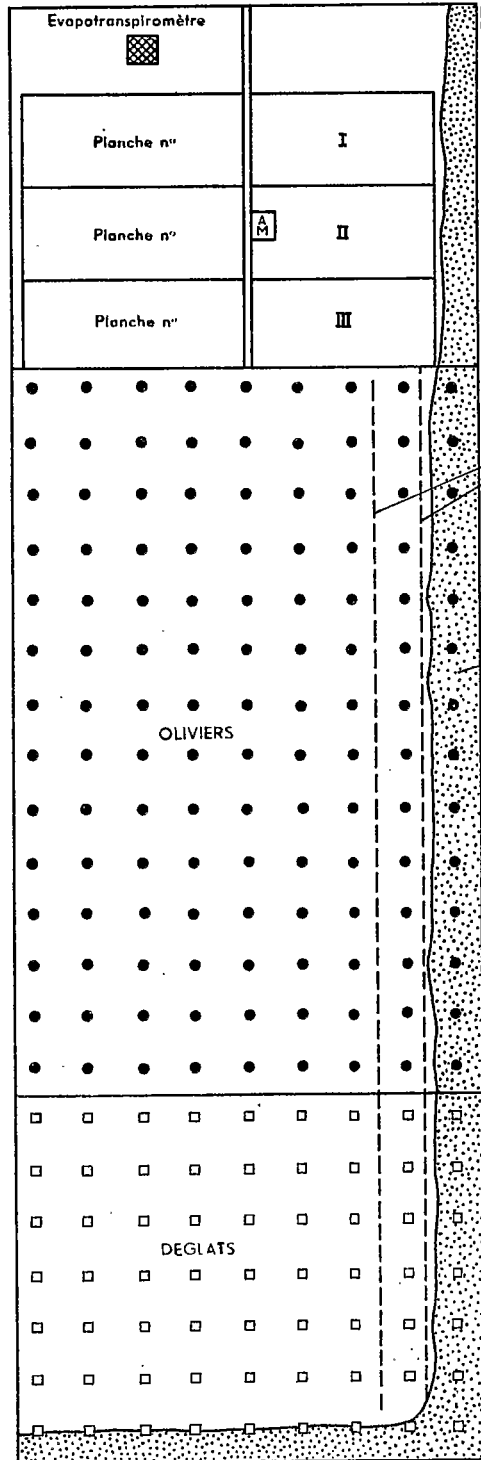
L'alcalisation ne s'est pas manifestée, chose normale dans un sol aussi sableux.

SALURE DU SOL DANS LA PARCELLE DE KSAR RHILANE AU COURS DES ESSAIS

(Teneur en Cl % de terre sèche)

TABLEAU 2.11

	1964 Planche 5	1956 Planche 5	1956 Oliviers	1960 Oliviers	1967 Oliviers	1967 Culture	1967 Hors péri.
0-10 cm	0,036	0,029	0,042	0,036	0,052	0,022	0,057
10-20 «	0,021						
20-30 «	0,020	—	0,042	0,085	0,034	0,021	0,019
30-40 «	0,020						
40-50 «	0,036	0,043	0,042	0,032	0,022	0,084	0,014
50-60 «	0,016						
60-70 «	0,020	0,043	0,071	0,090	0,053	0,035	0,010
70-80 «	0,016						
80-90 «	0,026	0,058	0,114		0,015	0,033	0,010
90-100 «	0,075						
100-120 «	0,033	0,029	0,042				
120-140 «	0,017	0,029	0,028		0,009	0,034	0,010
140-160 «	0,011	-	0,042		0,027	0,083	0,014
160-180 «	0,028	-	0,042		0,014	0,029	0,015
180-200 «	0,026	0,029					



Tamarix et plaques Eternit
posees en 1960-61

Dune de 4 m de haut envahissant
progressivement la parcelle

Roseaux (ancienne limite
du perimetre nov 1952)

PARCELLE DE KSAR RHILANE

Echelle 1/1.000^e

**SALURE DU SOL DANS LA PARCELLE
DE KSAR RHILANE**

à la fin des essais (Février 67)

TABLEAU 2.12

Désignation de la parcelle	Profondeur en cm	Sat. de la pate %	Cond. mmhos/cm	Cl me/l	Désignation de la parcelle	Profondeur en cm	Sat. de la pate %	Cond. mmhos/cm	Cl me/l
Parcelle I	0-25	28,4	7,8	40	Parcelle des oliviers	0-25	29,6	7,90	50,0
	25-50	27,6	12	75		25-50	27,6	6,40	35,0
	50-75	28,4	5,1	25		50-75	30,4	4,30	20,0
	75-100	25,6	11,5	60		75-100	27,2	8,10	55,0
	100-125	26,4	7,6	45		100-125	28,0	2,65	15,0
	125-150	28,8	8,0	65		125-150	27,6	2,45	10,0
	150-175	28,8	6,15	40		150-175	26,0	4,6	30,0
175-200	28,4	6,4	45	175-200	27,2	2,9	15,0		
Parcelle II	0-25	30,0	2,65	15	Parcelle des palmiers Déglats	0-25	26,0	5,42	35,0
	25-50	28,0	3,35	20		25-50	26,8	5,42	35,0
	50-75	28,0	9,6	60		50-75	28,0	3,6	20,0
	75-100	26,8	3,9	20		75-100	28,0	2,55	15,0
	100-125	28,0	5,7	30		100-125	25,2	5,3	35,0
	125-150	28,0	4,05	25		125-150	26,0	4,35	25,0
	150-175	28,8	2,00	10		150-175	28,8	2,45	15,0
175-200	28,0	3,35	20	175-200	26,8	3,35	20,0		
Parcelle III	0-25	31,2	4,35	20,0	Parcelle en dehors du périmètre	0-25	29,2	7,3	55,0
	25-50	30,0	4,35	20,0		25-50	26,4	3,75	20,0
	50-75	29,6	11,00	80,0		50-75	27,2	2,3	15,0
	75-100	28,0	5,90	35,0		75-100	27,2	1,95	10,0
	100-125	26,4	6,20	35,0		100-125	26,4	1,85	10,0
	125-150	27,6	6,6	35,0		125-150	26,4	2,15	10,0
	150-175	42,7	9,00	55,0		150-175	26,8	2,75	15,0
175-200	26,8	5,90	30,0	175-200	28,0	2,25	15,0		

22. - Les cultures

22.1. - Oliviers

Couvrant une surface d'un hectare (125×80 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 9×9 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.

Le développement végétatif fut excellent. Les arbres mesuraient 15 à 40 cm en mai 1953, 40 à 80 cm en octobre de la même année, 1m20 en 1954, 2m en 1955. En 1967 ils atteignaient 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, chaque année, fut abondante mais beaucoup de fleurs tombaient. Un petit nombre de fruits se formait mais tous se desséchaient et tombaient pendant les mois d'été. On note une seule récolte en 1965 : 250 kg d'olives. Toutes les feuilles présentaient des cicatrices sous forme de petits points jaunes : les cicatrices étaient dues à l'impact des grains de sable sur les feuilles. On relevait également des cicatrices sur quelques troncs.

22.2. - Palmiers

La plantation couvre 0,5 ha. (80×62 m). Les Djebars mis en place en Août 1952 par M.A. Chérif sont des Déglat-En-Nour du Nefzaoua (Bechelli). L'écartement est 9×9 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 pratiquait 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 souvent médiocre. Dès 1959 les attaques de Cochenilles (Parlatoria Blanchardi) se généralisèrent et ne purent 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. L'isolement du périmètre en est en grande partie la cause.

2.23. - Les cultures fourragères

2.231) - 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'effectuait 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 la 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 à consisté depuis 1960 en un apport de 600 kg/ha de super en début de culture.

L'irrigation avait lieu tous les 15-20 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 passait de 6 à 8 en première année à 10-13 coupes en seconde année. On observe généralement 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).

2.232. - 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.

2.233. - 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 élongatum (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.

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

Enfin il y eut un échec total ou 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.

2.24. - Les céréales

2.241) - 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.

2. 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.

2. 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) ont nécessité plusieurs traitements.

Les vents de sable tardifs ont eu des effets néfastes.

244. - **Coton**

Le Coton longue fibre Pima 67 a 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 1 m × 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 irriguait 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 à l'endrin et la cryolithe ont été effectués régulièrement.

Les rendements oscillaient assez régulièrement entre 15 et 20 qu/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

3.1. - 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. 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 concernant l'étude de 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). On peut cependant affirmer que sur des sols aussi pauvres une fumure à haute dose est *indispensable* pour obtenir des résultats culturaux corrects notamment sur les céréales.

3.2. - Cultures

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

32.1. - 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.

32.2. - 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 chapitres consacrés à la bioclimatologie une explication de ces résultats médiocres.

32. 3. - 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. On peut donc préconiser sans crainte la luzerne comme ressource fourragère de base pour l'approvisionnement des troupeaux.

Le semis en Automne avec l'orge paraît 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 dégâts, 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 dégâts 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.

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, 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) entre le 1er et le 3^o rang d'arbres et à 10 m en retrait de la première haie de roseaux a permis de ralentir au moins pour l'instant l'avancée de la dune à l'intérieur du périmètre.

En fait la parcelle expérimentale a servi en partie de bouclier pour le reste du périmètre. Pour être efficace la lutte contre l'ensablement aurait dû se situer bien à l'extérieur de celui-ci. En effet la dune artificielle créée à l'aide d'une barrière en plaquettes ondulées «Eternit» à 200 m à l'Est par le service des Forêts a complètement disparu sous un champ de dunes.

L'ensablement généralisé de toute la bordure Nord-Est, Est et Sud-Est et ceci jusqu'à plusieurs centaines de mètres est un phénomène remarquable. L'Erg voisin s'est formé 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.

IV. CONCLUSIONS GENERALES

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

1^o) - **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. De l'avis de M. MARION Directeur de l'Institut de Reboisement de Tunis (1967), 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^o) - **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 et oscillera 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^o) - **Traitements phytosanitaires**

Contrairement à ce qu'on aurait pu croire, les rigueurs du climat n'ont pas supprimé les problèmes phytosanitaires. Les pullulations d'insectes (Noctuelles, Cochenilles etc...) sont intenses. Les difficultés de communication avec le Nord du pays rendent les traitements prohibitifs. Ce facteur constituera le plus grand obstacle au développement de cultures sensibles.

4. - CHOIX DES CULTURES

4.1. - 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 (Ftimi, 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.

4.2.- Cultures maraîchères

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.

4.3.- Coton

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

4.4.- Céréales :

Ce sont les cultures qui intéressent au premier chef les nomades et ce sont les seules qu'ils savent pratiquer car elles leur permettent de satisfaire leurs besoins alimentaires immédiats. En outre elles trouvent nécessairement leur place dans un assolement équilibré. L'orge et le blé tendre sont les céréales qui donnent les meilleurs résultats.

4.5.- Cultures fourragères :

Elles sont destinées à fournir un appoint fourrager aux troupeaux des nomades.

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 fetuque 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 défends périphérique, entretien des brise-vents.

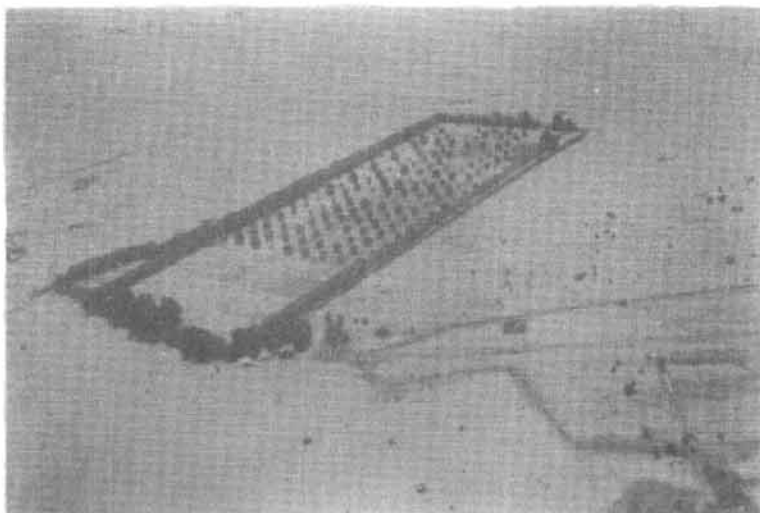


Photo N° 1 Vue aérienne de la parcelle expérimentale de Ksar Rhilane
En bas à droite le périmètre en cours d'aménagement
En haut à gauche la barrière dressés par le Service
des Forêts forme une ligne derrière laquelle les dunes
viennent s'accumuler



Photo N° 2 Vue aérienne de la parcelle expérimentale en 1963. Au
second plan le périmètre irrigué

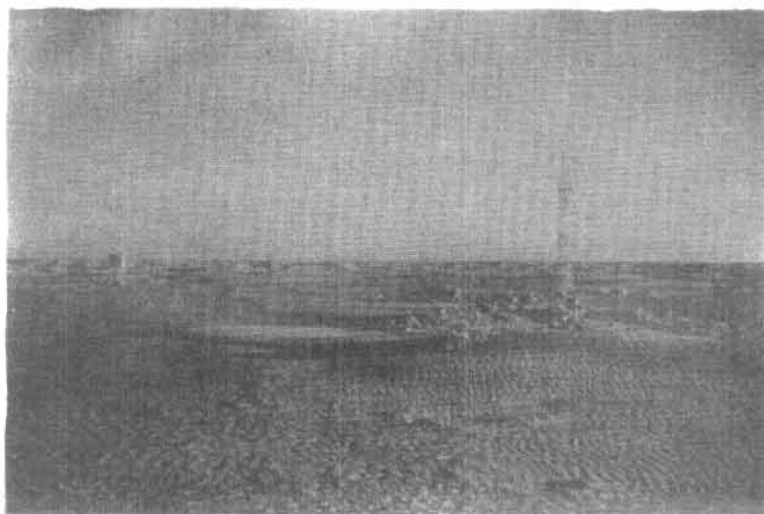


Photo N° 3 Le poste météorologique "Erg", à l'extérieur du périmètre

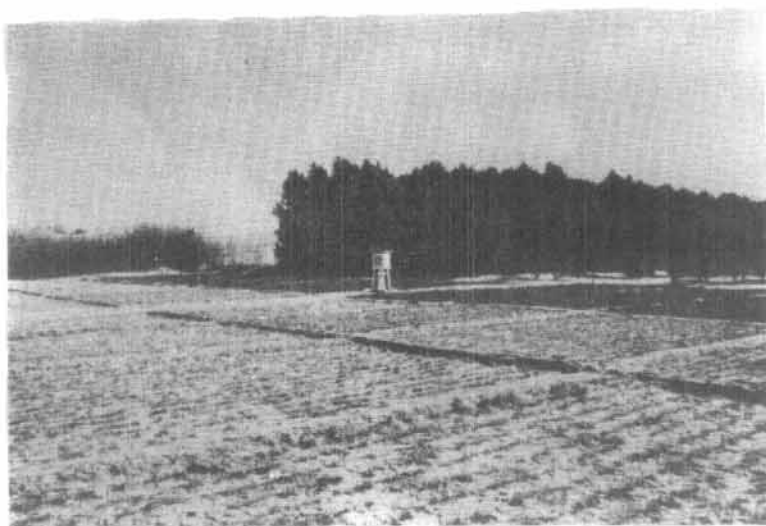


Photo N° 4 Le poste météorologique "Oasis" au milieu de la parcelle des cultures annuelles (luzerne)



Photo N° 5 Les oliviers âgés de 15 ans



Photo N° 6 La parcelle de palmiers Déglat en Nour âgés de 15 ans



Photo N° 7 Une Séguia fumant au petit matin. Noter la protection de la parcelle de luzerne par une puissante haie de roseaux

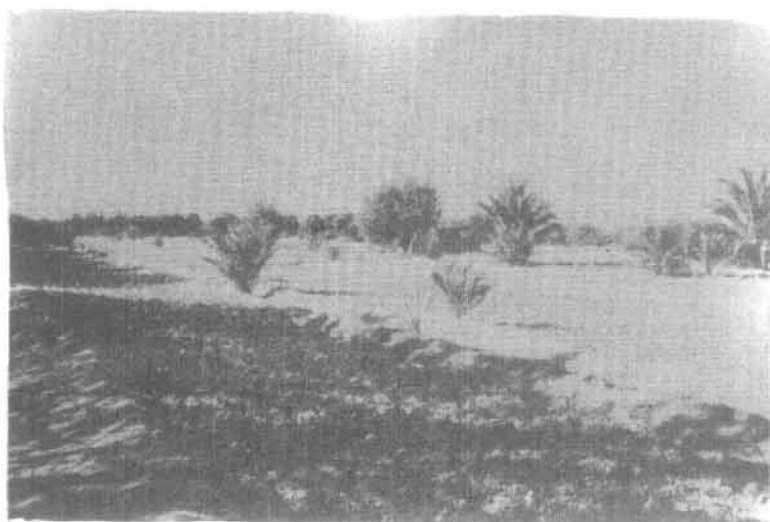


Photo N° 8 Une parcelle en culture traditionnelle dans le périmètre de Ksar Rhilane



Photo N° 9 Dune artificielle créée par le Service des Forêts et submergée par les dunes vives à gauche



Photo N° 10 A perte de vue les dunes, telles les vagues de l'océan, montent à l'assaut du périmètre de Ksar Rhilane. Leur formation, en l'espace d'une dizaine d'années est due à l'arrachage du calligonum et au surpâturage
Au fond on aperçoit le poste météorologique "Erg"



Photo N° 11 Après avoir submergé la dune artificielle du Service des Forêts, les dunes vives envahissent la parcelle expérimentale (à gauche et derrière l'observateur) qui a servi de bouclier au périmètre irrigué

BIBLIOGRAPHIE

- 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 (Garrat 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 photos. p. 13
- MARION J. (1967) - Compte rendu d'une tournée effectuée à Ksar Rhilane (note roneo S1/232/IRT).

SOLS DE TUNISIE

BULLETIN DE LA DIVISION DES SOLS

S O M M A I R E

	pages
CH. BALDY . J. P. COINTEPAS Parcelle d'essai de Ksar Rhilane	3
P. MARTINI Etude de l'aptitude des sols de la région de Béja à la culture de la betterave	59
R. GADDAS Le Pistachier; conditions de climat et de sols	79
J. P. COINTEPAS Note explicative concernant la légende de la carte pédologique de la Tunisie au 1 : 1.000.000	101