

INFLUENCE DU CLIMAT SUR LA REPARTITION... NATURELLE DU PIN D'ALEP (*Pinus halepensis* Mill.) EN ALGERIE ...

Par Bachir KADIK I.N.R.F.
B.P. 37 CHERAGA

RESUME :

Les facteurs climatiques principaux régissent l'extension du pin d'Alep, ce sont surtout, la répartition de la pluviométrie, la sécheresse estivale et la moyenne des minima du mois le plus froid (m) qui exercent une action prépondérante sur l'évolution des peuplements naturels. L'aire optimale de l'espèce se situe entre 400 et 600 mm de précipitations, 13,5°C et 15°C pour les températures moyennes naturelles.

Les meilleures pineraies à pin d'Alep se trouvent dans les zones où la moyenne des minima du mois le plus froid est comprise entre — 1,8 et 5°C. Le bioclimat semi-aride et subhumide inférieur à variante froide et fraîche paraissent le mieux convenir à *Pinus halepensis*. Cependant, l'aire de répartition actuelle du pin d'Alep en Algérie est non seulement conditionnée par le climat mais aussi par les facteurs anthropozoïques qui exercent une action prépondérante et semblent expliquer la translation de l'aire du pin d'Alep du Sud vers le Nord.

Mots clés : Répartition, pin d'Alep, climat, P., températures, sécheresse, climagramme, aire optimale.

I — Introduction

Pour PEGUY (1980) « La climatologie est bien une science de l'atmosphère, elle se situe aussi quant à son objet au niveau du sol c'est à dire au niveau des processus morphologiques, hydrologiques et pédologiques qui font du climat l'un des facteurs premiers de toute réalité géographique. La climatologie se situe aussi au niveau de la végétation ou des organismes supérieurs, c'est bien souvent dans des perspectives biologiques que la climatologie devra placer ses spéculations.

Le climat de l'Algérie relève du régime méditerranéen à 2 saisons bien tranchées, celle des pluies et celle de la sécheresse. Le climat étant à l'origine des caractères physiques fondamentaux, les termes pour désigner les zones géographiques : *Tell*, *Steppe*, *Atlas saharien*, *Sahara* désignent en réalité des faits climatiques.

L'étude du climat revêt une importance particulière, en effet la connaissance de la durée de la saison sèche par exemple, des quantités de pluies estivales, la façon de les mettre en évidence, permettent de déceler l'influence de phénomènes divers. L'irrégularité de la saison pluvieuse influe sur la régénération des peuplements végétaux naturels et aussi des chances de succès de reboisement.

D'une manière générale, le climat de l'Algérie (climat de type méditerranéen) est caractérisé par la concentration des pluies durant la période froide de l'année ; il y a coïncidence de la saison sèche et de la saison chaude. On retrouve ce type de climat en Afrique du Sud, en Australie méridionale et en Amérique (Californie et Chili).

L'Algérie se situe entre une influence de nord-nord-ouest qui apporte les courants froids et humides et une influence méridionale liée à une atmosphère chaude et sèche de type saharien. La situation géographique. L'orographie se traduisent donc par une variation des climats et des nuances bien tranchées.

En règle générale on distingue 4 grandes zones climatiques entre les deux limites (mer et désert).

— *La zone littorale*, au climat chaud et humide, va du niveau de la mer jusqu'à 400 m d'altitude.

— *La zone des montagnes telliennes*, est tempérée sur ses versants nord, froide ou fraîche sur les autres versants et en altitude.

— *La zone des Hauts plateaux et des Hautes plaines* sèches et arides est caractérisée par des extrêmes marquées, par des froids rigoureux et des chaleurs excessives.

— *La zone saharienne* se distingue par des pluies rares et irrégulières.

Cependant cette classification paraît insuffisante. En utilisant les travaux de R. MAIRE (1926), L. BOUDY (1954), P. QUEZEL et S. SANTA

(1963) et les données de la carte bioclimatique de l'Algérie (C.N.R.E.F.* 1969) et celles recueillies par P. SELTZER (1946), CHAUMONT et PAQUIN (1971) et par le Service des Etudes Scientifiques (1963), nous avons essayé d'établir un compartimentage divisant schématiquement l'Algérie en 9 zones, nous paraissant mieux correspondre aux grandes unités climatiques du pays. La localisation géographique des stations météorologiques est donnée par la figure n° 1.

Les zones retenues sont les suivantes :

- Littoral est (numidien)
- Littoral centre (algérois)
- Littoral ouest (oranais)
- Tell
- Plaines intérieures oranaises
- Hautes plaines constantinoises
- Aurès Nememcha
- Atlas saharien
- Sahara.

Cette répartition présente une certaine analogie avec les étages bioclimatiques d'EMBERGER et les travaux de QUEZEL et SANTA (1963).

Il serait particulièrement fastidieux d'étudier ici dans le détail, les caractéristiques et climatiques et bioclimatiques de chacune de ces 9 zones. Cette étude fait l'objet d'une publication à laquelle le lecteur pourra se reporter. Soulignons cependant que sur les figures n° 2 et 3 et le tableau n° 1 sont donnés les principaux éléments du bioclimat pour chacune des zones.

Dans le présent mémoire consacré à l'étude du Pin d'Alep, nous n'exposerons que les résultats concernant les 5 zones dans lesquelles cette essence trouve des conditions climatiques favorables à son développement. Après une étude détaillée axée sur la variabilité de chaque paramètre climatique ou bioclimatique au sein de ces zones, nous nous efforcerons de comparer ces dernières entre elles.

Enfin, pour mieux cerner les exigences climatiques du Pin d'Alep, nous aborderons très synthétiquement les caractéristiques des zones où l'essence n'apparaît pas.

— *Etudes des paramètres climatiques*

Les variables retenues pour ce paragraphe sont : les précipitations, les températures, l'hygrométrie, les vents.

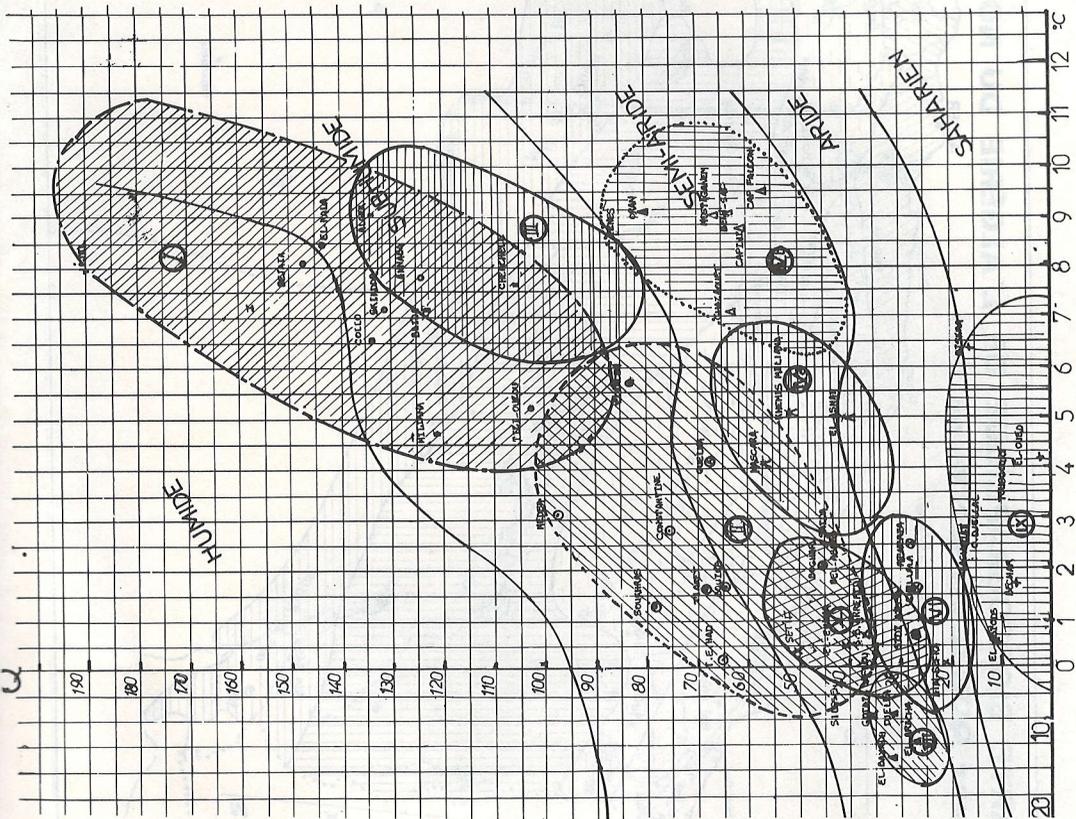
* Centre National de Recherche et d'Expérimentation Forestière.

CLIMAGRAMME PLUVIOTHERMIQUE D'EMBERGER

REPRESENTATION GRAPHIQUE DES ZONES
BIOGEOGRAPHIQUES DE L'ALGERIE

D'après les données de P. SELTZER 1946
Fig. I 3

NUMERO	DESCRIPTION DES ZONES	VEGETATION MARQUES FORESTIERE INDICANTES
I	NUMIDIEN	CHENE EBREU, CHENE CERR, CHENE AFRICAINE, CEREALISME DE MARCHÉ
II	TELLIEN	CHENE VERT, PAM D'ALGER
III	LITTORAL ALGEROIS	SAU ET PAM, PIN D'ALGER, SAU ET PAM
IVa	PLATEAUX SAHARIENS	SAU ET PAM
IVb	LITTORAL ORANAIS	SAU ET PAM, PIN D'ALGER, SAU ET PAM
V	HAUTS PLAINES CONSTANTINOISES	SAU ET PAM, PIN D'ALGER, SAU ET PAM
VI	HAUTS PLATEAUX STREPTOSES	SAU ET PAM, PIN D'ALGER, SAU ET PAM
VII	AUNES MONTAGNES	SAU ET PAM, PIN D'ALGER, SAU ET PAM
VIII	ATLAS SAHARIEN	SAU ET PAM, PIN D'ALGER, SAU ET PAM
IX	SABARITAIN	SAU ET PAM, PIN D'ALGER, SAU ET PAM



Thiemen	810	16,35	31,4	5,8	25,6	0,6	49,4	638	62	4	—	85	Semi-aride, moyen, froid
Slissen	340	14,00	35,1	-0,6	35,7	-60	45	416	56	4	—	40	Semi-aride, moyen, frais
Saida	872	16,45	36,2	2,6	33,6	-11	45	424	75	4	59	44	Subhumide, inf, frais
Tiaret	900	—	33,0	1,7	31,3	-7,0	46	622	82	5	59	68,1	Subhumide, inf, frais
T. El-Had	1160	13,55	31,6	0,2	31,4	-9	39,1	628	90	4	65	65	Subhumide, sup, frais
Médéa	912	14,50	32,2	3,2	29	-6,3	41,2	800	97	4	62	97	Subhumide, sup, frais
Boghar	910	15,10	33,0	2,1	30,9	-8,1	41,3	408	86	4	—	43	Semi-aride, moyen, frais
Bouira	531	15,70	36,0	1,9	34,1	-11,3	45,6	634	107	4	—	64	Semi-aride, sup, frais
Constantine	590	15,65	32,8	2,9	29,9	-4,8	45,5	660	105	4	—	75	Subhumide, inf, frais
Guelma	270	17,25	35,4	4,2	31,2	-3,3	46,2	699	101	5	61	67	Semi-aride, sup, doux
Souk Ahras	655	14,60	33,4	1,4	32	-9,0	44,0	727	94	4	—	78	Subhumide, moyen, doux
Alger	59	18,30	29,2	9,3	19,9	0,2	41,6	753	113	3	69	130	Subhumide, sup, chaud
Cherchell	22	17,80	28,3	7,7	20,6	-1,0	38,0	634	70	3	—	105,5	Subhumide, moyen, chaud
Ténès	189	17,60	30,9	8,6	22,0	-0,0	41,2	545	74	3	73	84	Subhumide, inf, chaud
Miliana	750	15,70	31,1	4,6	26,5	-4,0	39,9	937	98	3	65	121,27	Subhumide, sup, doux
Blida	267	18,30	33,6	7,3	26,3	0,0	45,0	954	85	2	—	124,41	Subhumide, sup, doux

Tellen (III)

Littoral
Algérois (III)

Hauts plateaux steppiques (VI)	Sidi-Aïssa	658	16,60	38,0	0,7	37,3	-12,4	48,6	309	71	7	—	28,41	Aride supérieur frais
	Ain-Oussera	688							250	39	7	—		Aride-moyen-frais
	Chellala	860	16,2	36,7	1,6	35,1	—6,0	47,2	291	9	7	46	28,43	Aride-supérieur frais
	Mecheria	1167	15,90	35,1	1,5	33,6	—6,9	40,6	293	69	7	—	29,91	Aride-supérieur frais
	El-Aricha	1250	13,75	35,6	1,5	34,1	—12,2	40,0	301		6	—	27,82	Aride-supérieur frais
	Batna	1040	14,00	32,8	0,3	32,5	—9,0	40,0	346	81	5	53	36,50	Semi-aride-inf-frais
	Tébessa	885	15,85	34,8	1,9	32,9	—5,0	43,5	338	67	5	53	35,23	Semi-aride-inf-frais
	Arris	1100	14,25	32,1	0,8	31,3	—7,6	39,0	345	65	5	—	37,80	Semi-aride-inf-frais
	Khenchela	1116	—	—	—	—	—	—	529	75	4	—	—	Semi-aride-moy-frais
	Sédrata	812	14,30	33,9	0,3		6,3	43,7	406	—	—	—	41,44	Semi-aride-moy-frais
Aurès nememchas (VII)	Djelfa	1143	13,35	33,5	-0,8	34,3	-12,0	40,0	308	63	6	—	30,8	Semi-aride-inf-froid
	Gotaia	1350	13,00	33,4	-0,8	34,3	-12,0	39,5	363	72	6	—	36,3	Semi-aride-moy-froid
	Aflou	1425	13,10	33,0	0,0	33	—7,7	39,3	342	68	6	—	35,54	Semi-aride-moy-froid
	El-Bayadh	1310	13,70	33,5	-1,8	34,3	-15,0	38,9	326	80	7	—	32,6	Semi-aride-inf-froid
	Ain-Sefra	1075	15,50	37,6	-0,3	57,9	-10,2	42,9	192	37	7	44	17,37	Aride-inférieur-froid

Kh. Miliana	300	—	36	5,0	31,0	—	—	473	59	4	4	52	Semi-aride-moyen-doux
El-Chlef	112	18,70	38,2	5,0	33,2	-2,0	470	396	79	4	4	63	Semi-aride-inf-doux
Relizane	80	18,40	37,7	4,5	33,2	-5,3	4806	342	65	4	4	65	Semi-aride-inf-doux
Mascara	583	17,00	34,8	4,1	30,7	-3,0	44,6	511	76	4	4	65	Semi-aride-moyen-doux
Sidi-Bel-Abbès	476	15,50	33,2	1,9	31,3	-5,0	43	395	61	4	4	64	Semi-aride-moyen-doux
Ghazaouet	4	17,10	29,0	7,0	22,0	0,0	39,0	410	53	4	4	—	Semi-aride-sup-doux
Beni-Saf	5	18,15	29,3	9,1	20,2	1,0	42,1	371	62	4	4	—	Semi-aride-sup-chaud
Cap-Falcon	75	18,20	29,1	9,5	20,0	0,0	41,8	322	57	4	4	75	Semi-aride-moyen-chaud
Oran	11	18,35	28,7	9,1	19,6	1,2	40,5	428	79	4	4	73	Semi-aride-sup-chaud
Mostaganem	36	18,20	28,4	9,0	19,4	1,4	44,5	377	68	4	4	69	Semi-aride-moyen-chaud
Capivi	102	17,90	28,5	8,8	19,7	0,0	45,4	354	63	4	4	—	Semi-aride-moyen-chaud
B.-Bou-Arirdj	922	15,15	35,6	0,7	34,9	-8,2	42,5	364	52	4	4	—	Semi-aride-moyen-frais
Sétif	108	13,90	32,5	0,4	32,1	-9,3	41,0	469	100	3	3	59	Semi-aride-sup-frais
El-Eulma	96	13,55	32,2	0,5	32,7	-9,0	40,0	386	62	4	4	—	Semi-aride-moyen-frais

A Suivre

Béchar	786	20,25	39,9	1,8	38,1	-6,9	45,0	79	22	12	—	7,11	Saharien frais
El-Abiods Sidi-Cheikh	904	17,75	38,6	0,5	38,1	-7,2	43,0	129	31	12	39	11,61	Saharien frais
Laghouat	796	17,25	36,0	2,3	33,7	-5,0	42,9	167	36	12	43	16,99	Saharien-sup-frais
Ghardaia	530	21,35	42,6	4,6	38,1	-3,1	49,5	68	15	12	—	6,13	Saharien doux
O. Djellal	196	20,40	41,7	2,6	38,8	-4,8	49,5	136	26	12	—	11,93	Saharien frais
Biskra	124	21,80	40,1	6,4	38,0	-1,0	49,2	156	34	12	43	15,87	Saharien-sup-doux
Touggourt	69	21,45	41,7	3,6	39,1	-3,2	49,8	58	24	12	—	5,22	Saharien-doux
El-Oued	70	22,00	42,9	4,1	33,7	-3,8	54,0	73	21	12	—	1,85	Saharien-doux

Alt. : Altitude

An : Annuel

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud

m : Moyenne des minima du mois le plus froid

II — Les précipitations

L'origine des pluies en Algérie est plutôt orographique. En effet les paramètres climatiques varient en fonction de l'altitude, de l'orientation des chaînes de montagne et de l'exposition. La hauteur pluviométrique est donc déterminée par la direction des axes montagneux par rapport à la mer et aux vents humides. En Algérie, ce sont les versants nord, nord-ouest et leur sommet qui reçoivent les précipitations les plus fortes ; celles-ci diminuent vers le sud au fur et à mesure que les vents humides s'épuisent. On constate également une diminution des précipitations d'Est en Ouest. En Oranie, la faible pluviométrie peut s'expliquer par la rétention causés par les massifs montagneux de la péninsule ibérique (Sierra Nevada).

Quelques chiffres illustrent ces phénomènes.

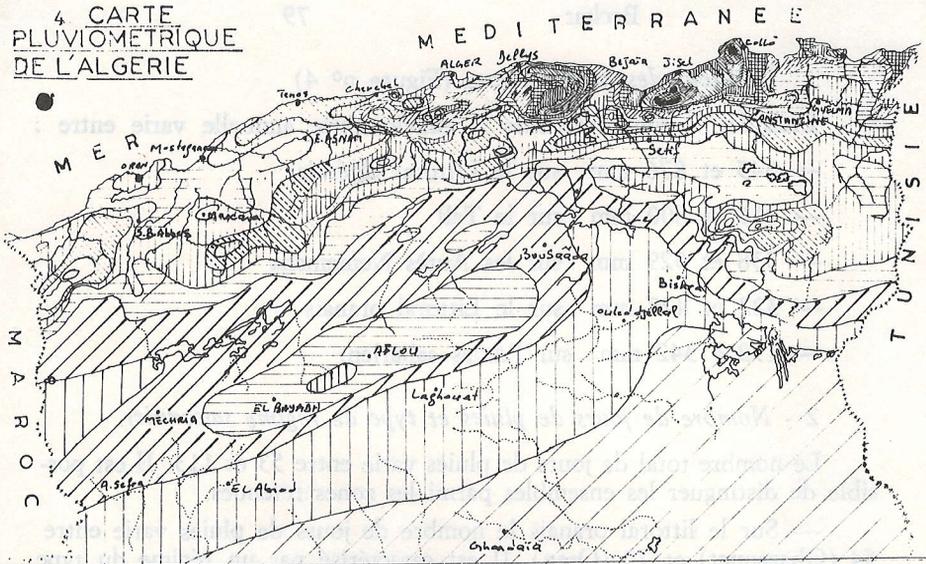
a - Diminution des précipitations d'est en ouest

Littoral	P (mm)	Tell (nord)	P (mm)
El-Kala	1016	El-Milia	1640
Chetaibi	1081	Kherrata	1163
Jijel	1357	Ammi-Moussa	423
Alger	715		
Cherchell	622		
Oran	387		
Beni-Saf	367		
Tell	P (mm)	Atlas saharien	P (mm)
Souk-Ahras	726	Boutaleb	427
Constantine	616	Ain-El-Gotaia	362
Sour-El-Ghozlan	526	Aflou	342
Mascara	491	El-Bayadh	326
Maghnia	347	Ain-Sefra	192

b - Diminution des précipitations du nord au sud

Est algérien	P (mm)	Centre algérien	P (mm)
El-Kala	910	Alger	753
Souk-Ahras	727	Boghar	408
Tébessa	338	Djelfa	308
El-Oued	54	Laghouat	167

4. CARTE PLUVIOMÉTRIQUE DE L'ALGERIE



LEGENDE

HAUTEURS DE PLUIE EN MILLIMÈTRES

400 à 500		900 à 1000		plus de 1800	
300 à 400		800 à 900		1600 à 1800	
200 à 300		700 à 800		1400 à 1600	
100 à 200		600 à 700		1200 à 1400	
moins de 100		500 à 600		1000 à 1200	

Echelle Kilométrique

0 15 30 100 150 200 250 Km

Ouest algérien	P (mm)
Oran	428
Sidi-Bel-Abbès	395
Oued Slissen	358
Mécheria	293
Ain-Sefra	192
Bechar	79

1 - Hauteur des précipitations (Figure n° 4)

Dans les 5 zones retenues la pluviométrie annuelle varie entre :

- 545 et 876 mm sur le Littoral algérois
- 416 et 800 mm sur le Tell
- 338 et 529 mm sur les Aurès Nememcha
- 322 et 428 mm sur le Littoral oranais
- 192 à 342 mm sur l'Atlas saharien.

2 - Nombre de jours de pluies et type de régime saisonnier.

Le nombre total de jours de pluies varie entre 53 et 113. Il est possible de distinguer les ensembles parmi les zones retenues.

— Sur le littoral oranais le nombre de jours de pluies varie entre 54 (Ghazaouet) et 79 (Oran). Il est caractérisé par un régime du type HAPE.

Les pineraies du littoral algérois, le nombre de jours de pluies est compris entre 63 à Ténès et 113 à Alger. C'est au régime du type HAPE qu'est soumise cette zone.

— La zone du Tell oranais appartient au régime saisonnier du type HPAE ; le minimum annuel est de 60 jours à Slissen et le maximum de 76 à Mascara.

Le Tell algérois peut être rattaché au même régime HPAE ; le nombre de jours de pluies total des stations de cette zone est de 63 (Berrouaghia) pour le minimum et de 107 (Bouïra) pour le maximum.

Quant à l'Atlas saharien si on excepte la localité d'Ain-Sefra (37 jours), le nombre de jours de pluies par an est compris entre 63 (Djelfa) et 80 (El-Bayadh).

Le même type de régime que celui du Tell caractérise la zone de l'Atlas saharien et les Aurès Nememcha.

Cependant nous remarquons que dans ces localités méridionales les valeurs obtenues durant l'automne, l'hiver et le printemps se rapprochent nettement.

Aussi toutes les stations comprises dans les zones favorables au développement du Pin d'Alep sont soumises au régime du type HPAE, avec un nombre de jours annuel de jours de pluies variant entre 60 et 100.

Par contre sur les littoraux oranais ou les pineraies sont fortement concurrencées, le régime est du type HAPE.

Par ailleurs, il est intéressant de remarquer que la valeur annuelle du nombre de jours de pluies suit pratiquement la pluviométrie et augmente ou diminue dans un sens similaire comme le montrent les données ci-après :

		P (mm)	Nombre de jours de pluies
	Ghazaouet	350	54
Littoraux	Mostaganem	377	68
oranais et	Ténès	545	74
algérois	Bou-Ismaïl	628	99
Tell	T. El-Had	628	90
	S. El-Ghozlan	520	85
Atlas	Aflou	342	68
saharien	Djelfa	308	63
Aurès	Arris	345	65
	Tébessa	328	68

Ainsi dans les zones les mieux arrosées le nombre annuel de jours de pluie dépasse 100 jours, dans les zones subsahariennes il est compris entre 60 et 80 jours.

Les remarques faites précédemment quant à la répartition des précipitations en Algérie se vérifient encore ici.

Nous remarquerons aussi que le Pin d'Alep est relativement indifférent à la hauteur des pluies puisque celles-ci varient entre 308 mm (Djelfa) et 876 mm (Thenia). Il convient de préciser qu'ALCARAZ (19892), mentionne comme limite inférieure des précipitations, pour le Pin d'Alep en Oranie, 275 mm (Marhoum).

3 - Variation saisonnière des précipitations (Régime)

Sur les littoraux algérois et oranais, les pinèdes de Pin d'Alep sont soumises à un régime saisonnier caractérisé par un été (premier minimum) et un printemps (deuxième minimum) secs, ces stations ont un régime de type HAPE.

Sur le Tell, le type saisonnier dominant est HPAE c'est à dire que le second minimum se situe en automne, néanmoins quelques rares stations sont encore de type HAPE.

Au niveau de l'ensemble Aurès Nememcha d'une part et de l'Atlas saharien d'autre part, il est difficile de tenter une synthèse ; en effet, les quantités de pluies saisonnières sont relativement proches, mises à part les estivales (toujours faibles) et les types saisonniers qui se dégagent sont très variés (HAPE, PHAE, PAHE, AHPE, etc...) et ne nous paraissent pas significatifs compte tenu du faible écart existant entre les pluviométries saisonnières.

Les deux types saisonniers principalement rencontrés au niveau des zones à Pin d'Alep sont donc HAPE pour le littoral et HPAE pour le Tell.

Il est intéressant de remarquer que ces régimes ne se trouvent pas dans l'aire de répartition du Pin d'Alep en France où NAHAL (1962) et LOISEL (1976) distinguent pour cette essence le régime AHPE, APHE et APEH soit le régime à premier maximum automnal alors qu'il est hivernal en Algérie.

III - Les températures

Seules les valeurs ayant une signification biologique sont prises en considération : températures moyennes annuelles, moyenne des maximum du mois le plus chaud (M), moyenne des minima du mois le plus froid (m). L'amplitude thermique qui sera traitée dans le paragraphe suivant.

1 — Températures moyennes annuelles

Dans les zones à Pin d'Alep les températures moyennes annuelles relevées sont les suivantes :

15,70 à 18,30°C sur le littoral algérois

17,10 à 18,35°C sur le littoral oranais

13,55 à 17,25°C sur le Tell

14,00 à 15,85°C sur les Aurès Nememcha

13,00 à 15,50°C sur l'Atlas saharien.

Le gradient décroissant des hauteurs des précipitations depuis le littoral jusqu'à l'Atlas saharien, s'accompagne donc d'un gradient décroissant des températures moyennes annuelles. Cependant, on notera que le littoral oranais montre des températures voisines de celles du littoral algérois alors que les pluies de l'ouest algérien sont beaucoup moins abondantes que celles de l'algérois.

Nous remarquons aussi que le Pin d'Alep se développe dans les limites de températures moyennes annuelles comprises entre 13° et 18,35°C.

Comme nous le verrons, les zones de production les plus importantes correspondent aux stations confinées entre les isothermes 13 et 15°C sur l'Atlas saharien, le groupe Aurès Nememcha et le Tell.

2 — Moyenne des maxima du mois le plus chaud (M)

Pour l'ensemble des zones occupées par le Pin d'Alep, la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) est comprises entre 28,4°C et 35,4°C, si on compare les principaux territoires, nous aurons les résultats ci-après :

	M en °C
Littoral algérois	28,3 et 31,1
Littoral oranais	28,3 et 29,1
Tell	31,6 et 35,4
Aurès Nememcha	32,1 et 34,8
Atlas saharien	33,5 et 33,0

Les maxima les plus élevés s'observent dans les zones les plus continentales, le littoral étant plus tempéré.

L'optimum de développement de *Pinus halepensis* semble correspondre aux valeurs comprises entre 32 et 33°C.

3 — Moyenne des minima du mois le plus froid (m)

Deux grands ensembles se distinguent quant à la valeur des minima du mois le plus froid (m) :

Ensemble littoral : m compris entre 7 et 9,5°C

Littoral algérois : entre 7,3 et 9,3°C

Littoral oranais : entre 8,8 et 9,5°C

Ensemble du Tell et de l'Atlas saharien

Tell : 5,8 (Tlemcen) et — 0,6°C

Atlas saharien

et Aurès Nememcha : — 1,8 et 1,9°C

La différence entre les deux ensembles est très nette : le premier présente des valeurs de m supérieur à 7°C ; au niveau du second cette température n'est jamais atteinte.

Précisons que le Pin d'Alep offre son meilleur développement sur le littoral et le sublittoral entre 2°C et 5°C, et sur les massifs de l'Atlas saharien entre - 1°C et + 2°C.

4 — *Continentalité thermique ou amplitude thermique (M-m)*

Le tableau suivant illustre les variations de l'amplitude thermique dans chacune des zones.

Littoral algérois : 19,9 à 26,5°C

Littoral oranais : 19,4 à 22,0°C

Tell : 25,6 à 35,7°C

Aurès Nememcha : 31,3 à 32,9°C

Atlas saharien : 33,0 à 34,3°C

Si l'on se réfère à la méthode de classification proposée par DEBRACH (1953), on constate que l'ensemble des littoraux algérois et oranais appartient au *climat littoral* pour lequel DEBRACH propose comme limites 15°C et 25°C. On notera cependant que les stations de Miliana et de Blida se situent légèrement au-dessus de la barre des 25°C. La position géographique particulière de ces deux stations au contact immédiat du Tell peut expliquer cette singularité.

Les trois autres zones s'encartent dans le *climat semi-continental* distingué par DEBRACH.

Il convient cependant de préciser que les stations des Aurès Nememcha d'une part et celles de l'Atlas saharien d'autre part présentent dans leur ensemble des valeurs de M-m très proche des 35°C qui constituent la limite supérieure du climat continental.

Nous remarquons que la station de l'Oued Slissen montre une continentalité sensiblement supérieure à cette limite (35,7°C).

L'optimum climatique du Pin d'Alep en Algérie au regard de l'amplitude thermique se situe donc pour l'essentiel en climat semi-continental. ALCARAZ (1982) considère cependant que l'essence supporte le climat continental.

Précisons enfin qu'en France méridionale les plus belles pineraies se localisent en climat littoral et secondairement en climat semi-continental (LOISEL, 1976).

IV — *Hydrométrie*

L'humidité atmosphérique décroît depuis le littoral jusqu'aux zones les plus continentales ; bien que le nombre des valeurs disponibles ne

soit très important, il est possible d'établir le tableau suivant des variations des valeurs moyennes annuelles de l'hygrométrie dans chaque zone.

Littoral algérois	:	65 à 73 %
Littoral oranais	:	69 à 75 %
Tell	:	59 à 65 %
Aurès Némemcha	:	53 %

Nous ne disposons pas pour l'Atlas saharien des données. Cependant les valeurs concernant respectivement Mécheria (sur les hauts Plateaux steppiques : H = 46,7) et Ain-Sefra (qui occupe au niveau de l'Atlas saharien occidental un secteur particulièrement sec sous la dépendance du grand Atlas marocain : H = 44,5) permettent d'avoir une idée du niveau de l'humidité atmosphérique de cette zone.

L'examen du tableau permet de constater également une variation saisonnière marquée de l'humidité relative. En effet les stations littorales s'individualisent assez nettement des autres par un taux hygrométrique relativement constant tout au long de l'année. Par contre au niveau de l'Atlas tellien, l'humidité relative chute fortement pendant la saison estivale, l'hiver constituant la période à hygrométrie la plus élevée. Au niveau des Aurès Némemcha et de l'Atlas saharien, le minimum estival est toujours accentué et s'accompagne d'un second minimum printanier beaucoup plus marqué que celui du Tell et du littoral.

En conclusion nous pouvons constater que le Pin d'Alep semble craindre les trop importantes valeurs de l'humidité relative caractéristiques du littoral. Les stations présentant la meilleure production n'ont jamais une hygrométrie moyenne annuelle supérieure à 65 %. Cette valeur reste nettement inférieure à celle que l'on observe notamment dans les stations de Pin d'Alep du Sud-Est méditerranéen français et en particuliers dans les départements du Var et des Alpes maritimes où la moyenne annuelle des valeurs de l'hygrométrie est de l'ordre de 70 % (LOISEL, 1976).

V — Sécheresse estivale

1 — Pluviométrie estivale

Pour l'ensemble des zones à Pin d'Alep les valeurs de la pluviométrie estivale varient entre 12 mm et 50 mm.

Les zones peuvent être caractérisées comme suit :

<i>Littoral ouest</i> : Zone I (12-14)		<i>Littoral centre</i> : Zone II (19-23)	
Mostaganem	14	Bouzaréah	23
El-Ançor	14	Staouéli	19
Oran	12	Cherchell	29
Ghazaouet	12	Ténès	29

Tell : Zone III (32-39)

Souk-Ahras	34
Guelma	39
Bouira	33
S. El-Ghozlan	38
Teniet-El-Had	38
Médéa	33
Saïda	32
Slissen	32
Tlemcen	32

Aurès Nememcha : Zone IV (38-40)

Boutaleb	38
Batna	50
Tébessa	49

Atlas saharien : Zone V

Djelfa	38
Ain-El-Gotaïa	49
Aflou	48
El-Bayadh	34

L'intensité de la sécheresse estivale diminue avec l'éloignement des stations par rapport à la mer. Nous remarquons aussi un gradient croissant de l'Ouest vers l'Est.

D'une manière générale, le Pin d'Alep plastique vis à vis de la sécheresse estivale, trouve malgré tout son meilleur développement dans les tranches d'eau estivale comprise entre 32 et 50 mm.

2 - Indices de sécheresse estivale

L'intensité de la sécheresse estivale est mesurée à l'aide de divers indices dont les plus utilisés sont ceux d'EMBERGER, de A. GIACOBBE, et de H. GAUSSEN.

2.1 - Indice de sécheresse estivale d'EMBERGER (1942)

L'indice de sécheresse estivale est représenté par le quotient PE

$$PE = \frac{M}{\text{dans lequel PE désigne la pluviométrie estivale (en mm) et M, la moyenne des maxima des mois les plus chauds (en } ^\circ\text{C).}}$$

Les valeurs obtenues pour les zones se répartissent comme suit :

Littoral Ouest	0,41 et 0,49
Littoral centre	0,66 et 0,82
Tell	0,90 et 1,18
Aurès Nememcha	1,4 et 1,50
Atlas saharien	1,13 et 1,46

L'indice pour l'ensemble des zones oscille entre 0,41 et 1,50. Nous remarquons là aussi que la sécheresse estivale est plus accentuée sur le littoral. Cet indice n'est pas en contradiction avec les valeurs pluviométriques estivales calculées précédemment et permet de confirmer ces résultats. Ainsi les beaux peuplements de Pin d'Alep se situent dans des valeurs d'indice de sécheresse estivale comprise entre 0,9 et 1,5.

2.2. - *Diagramme ombrothermique de F. BAGNOULS et H. GAUSSEN (1953).*

BAGNOULS et GAUSSEN (1953) considèrent qu'un mois est sec quand le total des précipitations exprimé en mm est égal ou inférieur au double de la température (T) exprimée en degré Celsius (P. inférieure ou égale à 2 T). Sur un diagramme sont reportés.

- en abscisse des mois de l'année
- en ordonnée à droite les précipitations en mm
- en ordonnée à gauche, les températures moyennes mensuelles en degré Celsius à une échelle double de celles des précipitations.

Quand la courbe des précipitations passe au dessous de celle des températures la période s'étendant entre les abscisses des points d'intersection des deux courbes correspond à la durée de la saison sèche, son intensité est traduite par la surface du graphe comprise entre les deux courbes pendant cette période.

Ce diagramme permet de connaître également « la marche des températures et des précipitations au cours de l'année (GAUSSEN, 1954).

2.2.1 - *Marche des températures*

La comparaison des courbes thermiques relatives à chaque zone montre des différences assez significatives.

a — Comparaison des températures moyennes du mois le plus froid

<i>Littoral</i>	(en °C)	<i>Tell</i>	(en °C)
Ghazaouet	11,40	Slissen	6,25
Mostaganem	12,45	Saida	7,75
Cherchell	11,50	Tiaret	6,05
Ténès	11,30	Boghar	5,65
Staouéli	10,35	Bouira	7,20
Bouzaréah	10,05	Constantine	6,25
		Souk-Ahras	7,10
<i>Atlas saharien</i>		<i>Aurès Nememcha</i>	
El-Bayadh	3,60	Boutaleb	2,80
Aflou	4,30	Batna	4,90
Ain-Gotaïa	3,60	Arris	5,30
Djelfa	4,25		

La moyenne des températures du mois de Janvier mois le plus froid dans toutes les zones à Pin d'Alep varie de 3,6°C à 12,45°C. On constatera aussi que la variabilité de ce paramètre au sein de chaque zone et d'une zone à l'autre est très faible et ne permet pas de distinguer des territoires les plus favorables au développement du Pin d'Alep. Dans la zone du Tell les massifs les plus importants ont une température moyenne de janvier comprise entre 5,6 et 7,7°C. Sur l'Atlas saharien et les Aurès Némemcha les valeurs des isothermes se rapprochent beaucoup entre ces deux zones et oscillent entre 3,6° et 4,9°C. Sur le littoral on enregistre les valeurs les plus élevées, elles varient entre 10,05 et 11,40°C.

Nous pouvons considérer que pour la température moyenne du mois le plus froid (Janvier) le Pin d'Alep bien venant est situé entre les valeurs comprises entre 3,6°C et 7,7°C.

b — Comparaison des températures du mois le plus chaud

En été es températures du mois le plus chaud se situent généralement en août pour le littoral et le Tell et en juillet pour l'Atlas saharien et les Aurès Némemcha.

Les tableaux suivants réunit les températures moyennes du mois le plus chaud pour les principales zones.

<i>Littoral</i>	(en °C)	<i>Tell</i>	(en °C)
Ghazaouet	24,25	Tlemcen	22,30
Beni-Saf	25,05	Sidi-Bel-Abbes	24,40
Oran	23,35	Médéa	25,60
Mostaganem	24,90	Bouira	25,90
Bou-Ismaïl	24,20	Guelma	26,50
Staoueli	25,20	Constantine	25,45
Alger	25,50	Souk-Ahras	24,00
<i>Atlas saharien</i>		<i>Aurès Némémcha</i>	
Aflou	24,50 (Jt)	Boutaleb	24,60 (Jt)
Gotaïa	24,20 (Jt)	Batna	24,70 (Jt)
Djelfa	24,30 (Jt)		

Ces valeurs indiquent une faible variation des températures du mois le plus chaud ; elles sont comprises entre 22,3°C (Tlemcen) et 26,5°C (Guelma).

On constatera ainsi que la variabilité de ce paramètre au sein de chaque zone et d'une zone à l'autre est très faible et ne permet pas de distinguer des territoires les plus favorables au développement du Pin d'Alep.

c — *Durée de la saison sèche* : La durée de la saison chaude, peut être caractérisée par le nombre de mois dont la température moyenne est supérieure à 20° C.

— Les stations du littoral présentent 4 mois de saison chaude s'échelonnant de juin à septembre.

— Pour l'ensemble des stations du Tell, la durée de la saison chaude est de quatre mois et s'étale de juin à septembre. Sur l'Atlas saharien, cette valeur tombe à 3 mois par an s'étendant sur juin, juillet et août. Dans les Aurès Némémcha, la station de Boutaleb présente le minimum avec 2 mois seulement (juillet et août) à Batna et à Tebessa, les mois de juin à septembre ont une température supérieure à 20°C (4 mois).

Ainsi dans le cas où la saison chaude est exprimée par le nombre de mois dont la température moyenne mensuelle dépasse 20°C, nous pouvons dire que les zones les plus favorables au Pin d'Alep présentent une saison chaude longue de 4 mois allant de juin à septembre sauf pour l'Atlas saharien où cette période ne dure que 3 mois.

2.2.2 - Marche des précipitations

Pendant l'été et pour l'ensemble des pineraies, les deux mois les plus secs sont juillet et août. Le minimum absolu des précipitations mensuelles varie entre 1 mm (nombreuses stations littorales) et 10 mm (Tébessa).

a — Les valeurs des précipitations mensuelles correspondant aux mois secs déterminés par l'examen des diagrammes ombrothermiques, sont consignées dans le tableau suivant :

— Mois dont la hauteur des précipitations est inférieure ou égale à 2 fois la température moyenne de ce même mois.

<i>Littoral</i>	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Ghazaouet	31 (1)	10	1	1	19	—
Beni-Saf	24	9	1	2	15	—
Oran	27	9	1	2	14	29
Mostaganem	31	7	1	6	22	31
Bou-Ismaïl	—	11	1	3	31	—
Staoueli	—	12	3	4	34	—
Alger	—	15	2	4	40	—
<i>Tell</i>						
Tlemcen	—	25	2	5	24	—
Slissen	—	21	3	7	22	—
Mascara	—	15	1	2	17	—
Médéa	—	26	2	5	27	—
Teniet-El-Had	—	24	7	7	49	—
Sour-El-Ghozlan	—	25	6	7	27	—
Bouïra	—	22	4	7	32	—
Constantine	—	25	6	7	24	—
Souk Ahras	—	19	6	9	38	—
<i>Atlas saharien</i>						
Aflou	28	28	9	11	24	—
Gotaïa	—	28	8	13	28	—
Djelfa	—	22	6	10	31	—
<i>Aurès Nememcha</i>						
Boutaleb	—	21	4	13	31	31
Batna	—	23	7	20	21	29
Tébessa	—	29	10	10	33	29

(1) Précipitations en mm.

Plusieurs remarques s'imposent à la lecture de ce tableau.

— Le mois de mai n'est en général sec qu'au niveau du littoral oranais. seul Aflou, dans l'Atlas saharien, présente également cette caractéristique.

— Le dernier mois sec est surtout septembre sauf dans quelques stations du littoral oranais (Oran, Mostaganem) et l'ensemble des stations des Aurès Némemcha.

— Une affinité réelle existe entre le littoral algérois et le Tell : ces deux zones ne montrent que 4 mois secs ; viennent s'ajouter à cet ensemble Gotaïa et Djelfa sur l'Atlas saharien.

Le groupe Aurès Némemcha est caractérisé par 5 mois secs comme Aflou sur l'Atlas saharien et quelques stations du littoral oranais. Il importe cependant de remarquer que le 5ème mois est octobre dans l'Est du pays et mai à l'Ouest.

Les autres stations du littoral oranais s'individualisent par la durée de la période sèche qui est égale à 6 mois.

— On remarquera en outre que si dans la plupart des zones, les minima de juillet et août sont voisins, ce qui attestent d'une sécheresse intense pendant deux mois, il n'est pas de même à Boutaleb et à Batna où si juillet montre encore un minimum relativement bas, le mois d'août voit déjà une reprise sensible des précipitations. Cette particularité se traduit par une « forme angulaire » aigüe de la courbe des précipitations vers le bas.

b — *Le mois correspondant aux plus fortes précipitations*

Littoral : Le mois le plus pluvieux dans la majorité des stations est décembre avec les hauteurs suivantes par stations (en mm) :

Pour le littoral oranais les valeurs enregistrées sont : Ghazaouet 61, Béni-Saf 68. Oran 82 et Mostaganem 69.

Le littoral algérois présente des précipitations mensuelles maximales plus élevées : Bou-Ismaïl 106, Staouéli 128, Alger 136.

Pour le Tell, les stations de Tlemcen ont une hauteur pluviométrique maximum en février avec 91 mm, le reste est réparti entre le mois de janvier et de décembre comme suit :

Station ayant un maximum en décembre : Médéa 143, Sour-El-Ghoulan 72, Guelma 111. Station ayant le maximum en janvier : Bouira 107. Constantine 101, Souk-Ahras 101.

Sur l'Atlas saharien, comme nous l'avons constaté lors de l'étude du type saisonnier, il est plus difficile de trouver un point commun quant au maximum mensuel des précipitations ; en effet, celles-ci sont à peu près aussi intenses de septembre à mai bien que les maxima tendent à se réduire en fin d'automne ou en hiver.

Aflou	: Octobre	: 45 mm
Gotaia	: Novembre	: 46 mm
Djelfa	: Décembre	: 35 mm

Dans les Aurès Némemcha, le maximum pluviométrique est plus tardif et se situe en mars avec : Boutaleb 43 mm. Batna 54 mm et Tébessa 39 mm.

D'une manière générale, les zones à Pin d'Alep du Tell et du littoral ont un maximum pluviométrique en décembre et en janvier. Le maximum des précipitations mensuelles varie entre 39 mm (Tébessa) et 143 mm (Médéa). Pour le littoral oranais, il est compris entre 69 mm (Mostaganem) et 82 mm (Oran). Il oscille entre 106 mm (Bou-Ismaïl) et 136 mm (Alger) sur le littoral algérois. Quant au Tell, le maximum pluviométrique varie entre 83 mm (Teniet-El-Had) et 111 mm à (Souk-Ahras et Guelma). La fourchette est comprise entre 35 mm (Djelfa) et 54 mm (Boutaleb) sur l'Atlas saharien et les Aurès Némemcha.

2.2.3 - Intensité maximale de la sécheresse estivale

Cette variation peut être estimée par le calcul des surfaces limitées par l'intersection des deux courbes du diagramme ombrothermique de BAGOULS et GAUSSEN.

Ce calcul fait pour les différentes zones permet d'établir le tableau comparatif suivant (la surface est exprimée en (mm)).

Littoral oranais comprise entre 385 et 426

Littoral algérois comprise entre 291 et 316

Tell comprise entre 249 et 300

Atlas saharien comprise entre 245 et 280

Aurès Némemcha comprise entre 235 et 282

Le Pin d'Alep des zones du Tell et de l'Atlas saharien où existent les meilleurs peuplements est compris dans la fourchette allant de 235 à 300 mm². Sur le littoral ou le Pin d'Alep et franchement concurrencé par d'autres essences, ces valeurs sont comprises entre 385 et 426 mm².

Conclusion

L'analyse du diagramme ombrothermique est riche d'enseignements et permet de préciser, compte tenu des résultats dendrométrique les conditions climatiques moyennes les plus favorables au développement du Pin d'Alep.

Températures moyennes du mois le plus froid : 2,8 à 7,7°C

— Saison chaude : 2 à 4 mois

— Minimum mensuel des précipitations : 4 à 10 mm

— Saison sèche : 4 à 5 mois répartis entre juin et octobre, quand mai est sec le Pin d'Alep rencontre des difficultés de développement.

— Intensité maximum de la sécheresse estivale forte sur le littoral.

3 — *Climogrammes ou schémas hydrothermiques*

La technique des climogrammes consiste à porter sur l'axe horizontal d'un graphique les températures moyennes mensuelles et sur son axe vertical les totaux pluviométriques mensuels ; si l'on réunit par une ligne brisée les 12 points déterminés par les températures et les précipitations moyennes de chaque mois nous construisons un climogramme (ou climatogramme). Il est recommandé, pour rendre la figure plus intelligible de placer à côté de chaque point l'initial du mois correspondant.

Les figures 5 donnent le climogramme des principales stations comprises dans l'aire du Pin d'Alep en Algérie. Il convient de souligner que pour l'interprétation, il faut tenir compte de l'aspect général du schéma obtenu pour chaque localité, ainsi un climogramme d'aspect globuleux entièrement contenu dans une zone de graphique, correspond à un climat peu contrasté. Si l'on a affaire à des figures allongées, le climat connaîtra au contraire des saisons à la fois thermiques et pluviométriques bien tranchées. Si par ailleurs l'allongement s'établit selon la bissectrice des axes de coordonnées les mois les plus froids seront les mois les plus secs. Ce sera l'inverse si l'orientation générale est perpendiculaire à la précédente ; c'est le cas de la plupart de nos stations ou les plus fortes valeurs de précipitations sont associées aux plus faibles températures et inversement.

Les climogrammes tracés pour les localités à Pin d'Alep laisse apparaître plusieurs formes en fonction des zones considérées.

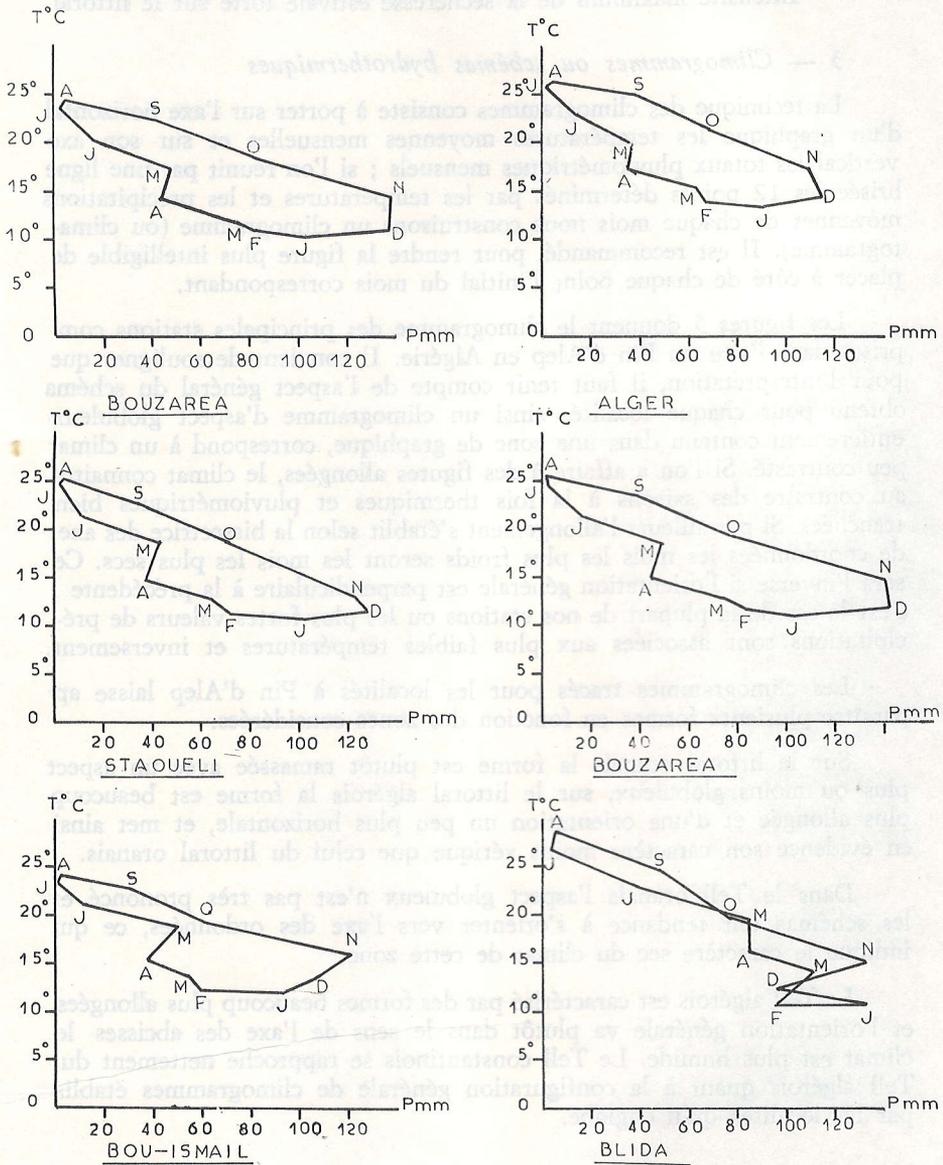
Sur le littoral oranais la forme est plutôt ramassée avec un aspect plus ou moins globuleux, sur le littoral algérois la forme est beaucoup plus allongée et d'une orientation un peu plus horizontale, et met ainsi en évidence son caractère moins xérique que celui du littoral oranais.

Dans le Tell oranais l'aspect globuleux n'est pas très prononcé et les schémas ont tendance à s'orienter vers l'axe des ordonnées, ce qui indique le caractère sec du climat de cette zone.

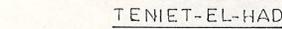
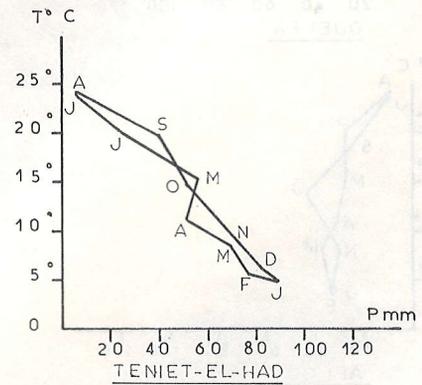
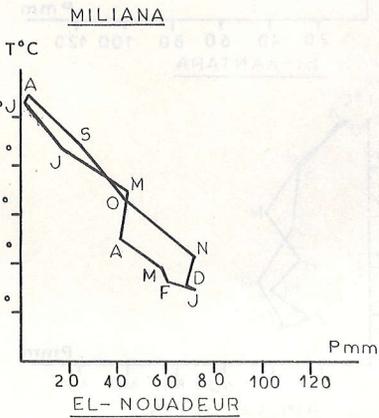
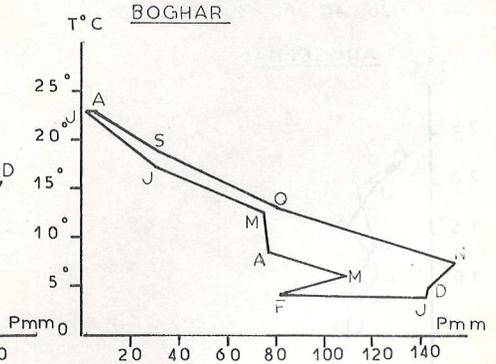
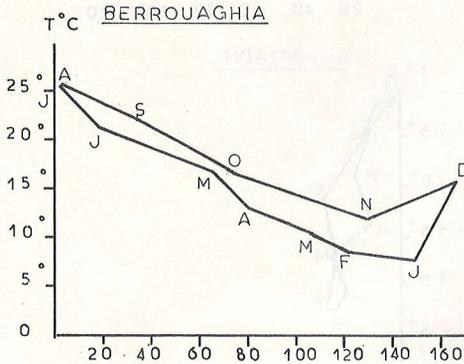
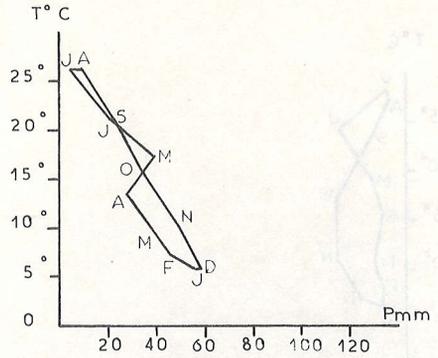
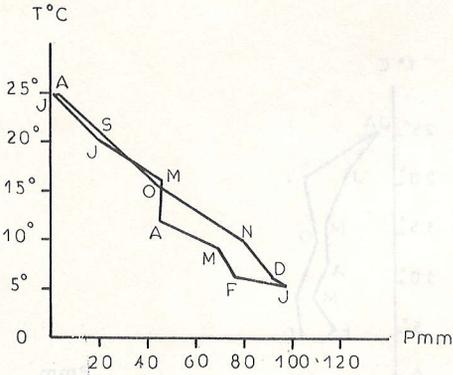
Le Tell algérois est caractérisé par des formes beaucoup plus allongées et l'orientation générale va plutôt dans le sens de l'axe des abscisses. Le climat est plus humide. Le Tell constantinois se rapproche nettement du Tell algérois quant à la configuration générale de climogrammes établis par les localités qu'il englobe.

FIGURE N° 5 - CLIMAGRAMMES DES PRINCIPALES STATIONS DE L'AIRE DE REPARTITION DU PIN D'ALEP.

Littoral algérois

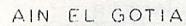
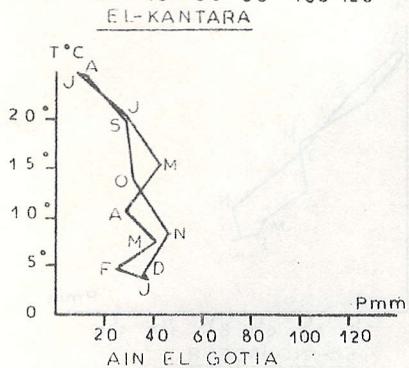
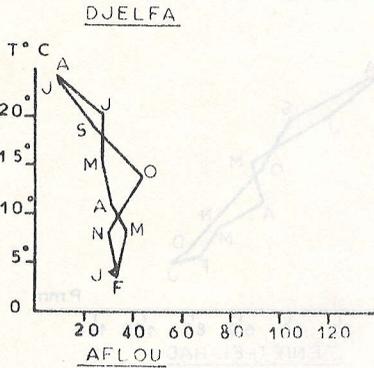
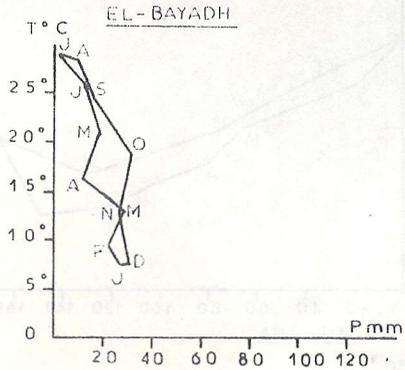
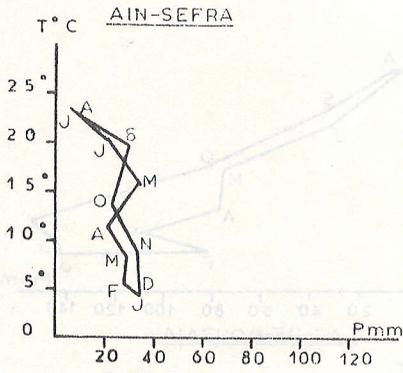
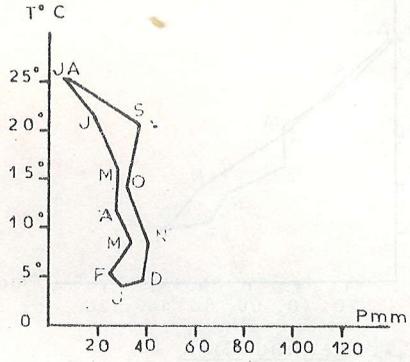
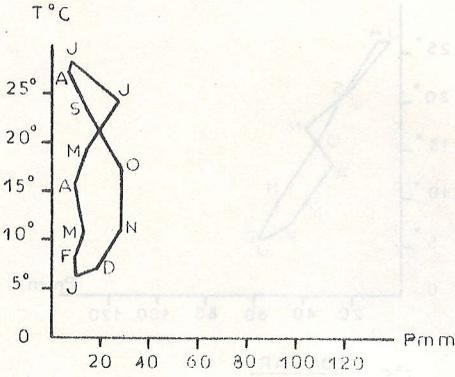


Tell algérois



Atlas saharien

climatologie



La zone de l'Atlas saharien et des Aurès Nememcha se distingue par la xéricité très prononcée de son climat. En effet l'aspect du climogramme tracé pour les différentes stations contenues dans ces zones montre une configuration nettement orientée sur l'axe des ordonnées, ce qui indique aussi le caractère de continentalité prononcé du climat.

En définitive et sur la base des schémas établis pour les stations comprises dans l'aire du Pin d'Alep nous pouvons dire que :

La configuration générale pour chaque zone est pratiquement identique, les stations qui s'écartent de l'allure générale annoncée et la transition vers un milieu voisin ; par exemple la station de Blida subit à la fois les influences maritimes et les influences du Tell algérois, c'est ce qui explique l'allongement de son climogramme et la forme peu globuleuse. Par ailleurs, la station de Sedrata sur les Aurès Nememcha est une localité qui est fait transition entre les deux climats celui du Tell et des Aurès.

Ces résultats viennent confirmer ceux obtenues par l'interprétation du climogramme ombrothermique.

4 — *Indice xérothermique*

BAGNOULS et GAUSSEN ont également mis au point un indice qualifié de xérothermique qui représente approximativement le nombre de jours biologiquement sec au cours de la période sèche (indice annuel) ou pour chaque mois (indice mensuel). Le calcul de ces indices tient compte à la fois du nombre de jours de pluie et de l'état hygrométrique moyen du mois. Les différentes valeurs du coefficient K traduisant la prise en compte de l'état hygrométrique moyen du mois sont ainsi définis.

- K = 1 pour H inférieur à 40 %
- K = 0,9 pour H compris entre 40 et 60 %
- K = 0,8 pour H compris entre 60 et 80 %
- K = 0,7 pour H compris entre 80 et 90 %
- K = 0,6 pour H compris entre 90 et 100 %

Les jours de brouillard et de rosée sont également pris en compte et assimilés chacun à des demi jours secs.

Pour chaque mois le nombre de jours biologiquement sec est donc égal au nombre de jours du mois, moins le nombre de jours de pluie au cours de même mois et la moitié des jours de brouillard et de rosée. C'est ce nombre qui multiplié par K donne la valeur de l'indice mensuel. Par la sommation des indices mensuels de la période sèche, on obtient l'indice annuel X. Cet indice vient affiner l'estimation faite grâce au diagramme ombrothermique.

Le tableau suivant permet de déterminer en fonction des valeurs de X le nombre de mois secs de la station et sa place dans la hiérarchie bioclimatique de GAUSSEN.

Valeur de X	Nombre de mois secs	Type climatique
Inf. à 40	1 à 2	Subméditerranéen
entre 40 et 100	3 à 4	Mésoméditerranéen
entre 100 et 150	5 à 6	Thermoméditerranéen
entre 150 et 200	7 à 8	Xérothermoméditerranéen
entre 200 et 300	9 à 11	Subdésertique
sup. à 300	12	Désertique.

Au sein des différentes zones distinguées l'indice xérothermique présente les valeurs suivantes :

Littoral oranais	Mostaganem	: 130
	Oran	: 110
	Beni-Saf	: 120
Tell	Saida	: 100
	Slissen	: 125
	Ei-Ançor	: 110
	Djelfa	: 125
Atlas saharien	Aflou	: 110
	El-Bayadh	: 105

Toutes ces valeurs se répartissent entre 105 et 130 ; l'ensemble des stations prises en compte présentent donc un *climat thermoméditerranéen* au sens de GAUSSEN.

Cependant nous devons rapporter ici les conclusions auxquelles sont arrivés BAGNOULS et GAUSSEN (1953) quant à la répartition des différents types climatiques sur le territoire algérien.

Pour ces auteurs la limite du *climat subdésertique* passe par le piémont sud de l'Atlas saharien remonte au delà du Chott El Hodna, redescend vers le sud pour suivre le piémont sud, l'ensemble Aurès et Monts de Tébessa.

Les zones à Pin d'Alep d'Algérie ne sont pas concernées par ce type de climat. Elles se trouvent donc toutes dans l'ensemble méditerranéen.

Le *climat xérothermoméditerranéen* est localisé sur une partie des Hauts Plateaux et sur le pourtour de la cuvette du Hodna. Il n'intéresse pas non plus l'aire algérienne du Pin d'Alep.

Les Hauts Plateaux steppiques de l'Algérois et de l'Oranais sont caractérisés par le climat *thermoméditerranéen accentué* (X compris entre 125 et 150). Le *thermoméditerranéen atténué* (X compris entre 100 et 125), quant à lui se localise sur le littoral oranais: la vallée du Chéelif, les plaines intérieures de Sidi Bel-Abbés, l'Atlas saharien, les Monts du Hodna, l'ensemble Aurès Nememcha et les Monts de Tébessa. Ces zones correspondent à la partie du territoire algérien montrant les plus belles et les plus nombreuses formations à Pin d'Alep. Comme nous le verrons plus loin, ces zones s'intègrent également au bioclimat semi aride et à la frange supérieure du bioclimat aride au sens d'EMBERGER. Cependant il convient de préciser dès à présent que le climat semi aride supérieur se rattache plutôt au *climat mésoméditerranéen* tel que l'ont défini BAGNOULS et GAUSSEN.

Ce type climatique s'étendrait sur le Tell, et les Djébels arrosés des chaînes montagneuses de l'Atlas saharien: des Monts du Hodna et des Aurès.

Le Pin d'Alep est donc indiscutablement une essence essentiellement liée en Algérie au *climat thermoméditerranéen atténué* mais supportant néanmoins l'ambiance climatique mésoméditerranéenne.

Le développement de *Pinus halepensis* s'accorde donc avec une saison sèche pouvant atteindre 6 mois, le plus souvent égale à 5 mois. Ces valeurs sont nettement supérieures à celles observées en France. LOISEL (1976) précise que la période de sécheresse dans la zone du Pin d'Alep du sud-est français dure environ 3 à 4 mois.

VI — Quotient et climagramme pluviothermiques d'EMBERGER

a — Formule

La formule du quotient d'EMBERGER s'exprime comme suit :

$$Q2 = \frac{1000 P}{M+m (M - m)} \quad \text{ou} \quad \frac{2000 P}{M2 - m2}$$

P = Pluviométrie en mm

M = Moyenne des maximums du mois le plus chaud

m = Moyenne des minimums du mois le plus froid

M - m = Amplitude thermique extrême moyenne

M + m = Température moyenne

2

Les températures sont exprimées en degrés absolus

$$t^{\circ}K = t^{\circ}C + 273,2^{\circ}C.$$

Les stations de même Q₂, peuvent éventuellement être différenciées par les valeurs de m.

b — *Climagramme pluviothermique et étages bioclimatiques*

— *Représentation graphique*

Chaque station est placée sur un graphe à deux axes perpendiculaires :

— en abscisse sont portées les valeurs de m en degré Celcius

— en ordonnée les valeurs de Q₂.

Sur ce graphique, EMBERGER trace les limites des différentes zones bioclimatiques en liaison avec la variation du couvert végétal.

L. EMBERGER et Ch. SAUVAGE (1963) subdivisent les bioclimats adoptés en variantes climatiques comme suit et donnent les risques de gelées correspondantes.

m en °C	0 °C	3 °C	7 °C	
Gelées	Très fréquentes	Assez fréquentes	Occasionnelles	Nulles
Variante en hiver	Froid	Frais	Tempéré	Chaud

Précisons que pour notre étude, nous avons utilisé le climagramme pluviothermique établi par Ch. SAUVAGE (1963), pour le Maroc.

Afin de mieux préciser le bioclimat nous avons distingué à la suite de nombreux auteurs trois nuances : supérieur, moyen et inférieur au sein de chaque ensemble.

c — *Répartition sur le climagramme des zones à Pin d'Alep*

Les valeurs du quotient pluviothermique pour les différentes stations des zones à Pin d'Alep se présentent comme suit :

<i>Littoral algérois</i>	Q ₂	m	<i>Bioclimat</i>
Cherchell	105, 5	9,3	Subhumide moyen chaud
Bou-Ismaïl	104,05	9,5	Subhumide moyen chaud
Staoueli	137,76	9,1	Subhumide supérieur chaud
Alger	131,33	7,0	Subhumide supérieur chaud
<i>Littoral oranais</i>			
Oran	75	7,7	Semi aride supérieur chaud
Mostaganem	66, 6	8,3	Semi aride supérieur chaud
Ghazaouet	64	7,9	Semi aride supérieur doux
Beni-Saf	63	9,1	Semi aride supérieur chaud

Tell

Slissen	40	— 0,6	Semi aride moyen froid
Saïda	44	2,6	Semi aride moyen frais
Tiaret	68	1,7	Subhumide inférieur frais
Médéa	97	3,0	Subhumide supérieur frais
Bouïra	64	1,9	Semi aride supérieur frais
Constantine	75	2,9	Subhumide inférieur frais
Souk-Ahras	78	1,4	Subhumide inférieur frais

Aurès Nememcha

Boutaleb	42,45	1,1	Semi aride moyen frais
Batna	36,50	0,3	Semi aride inférieur frais
Arris	37,50	0,8	Semi aride inférieur frais
Tébessa	35,23	1,9	Semi aride inférieur frais

Atlas saharien

El-Bayadh	32,6	— 1,8	Semi aride inférieur froid
Aflou	35,5	0,0	Semi aride inférieur froid
Ain-Gotaïa	36,3	— 0,9	Semi aride inférieur froid
Djelfa	30,8	— 0,8	Semi aride inférieur froid

Les stations du littoral algérois appartiennent dans leur ensemble au bioclimat subhumide supérieur ou moyen (Q2 compris entre 104 et 137) et à la variante chaude de celui-ci (m supérieur à 7°C).

Au niveau du littoral oranais, les stations s'intègrent dans une ambiance plus sèche : semi aride supérieur (Q2 compris entre 63 et 75). La variante thermique quand à elle est de type doux à chaud.

Le Tell présente des zones à bioclimat variant du semi aride moyen au subhumide supérieur (Q2 compris entre 40 et 97). Les valeurs de m s'étendent entre — 0,6°C et 3°C, les nuances thermiques varient du froid au frais.

Les Aurès Némemcha s'intègrent aux bioclimats semi arides inférieurs et moyens et dans leurs variantes fraîches (Q2 varie 35 et 42 et m entre 0,3°C et 1,9°C).

Toutes les stations de l'Atlas saharien prises en compte se situent dans le semi aride inférieur froid (Q2 entre 32°C et 36°C, m entre — 1,8°C et 0°C).

Sur l'ensemble de son aire algérienne, le Pin d'Alep occupe donc des zones à bioclimat allant du semi aride inférieur au subhumide supérieur, dans les variantes froides à chaudes. Cependant les données relevant de la production et de la régénération de cette essence conduisent à considérer que l'aire de développement optimale du Pin d'Alep se situe pour l'essentiel au niveau des bioclimats semi aride moyens et supérieurs et dans leurs variantes fraîche et froide.

Cependant il convient de souligner que certaines stations situées au niveau de la variante thermique tempérée correspondent encore à de bonnes conditions climatiques pour le développement du Pin d'Alep.

Précisons que si les conclusions d'ALCARAZ (1982) pour les pineraies oranaises s'accordent avec le schéma général que nous proposons, l'aire optimale des pineraies du sud méditerranéen français correspond plutôt au bioclimat subhumide (variantes chaude et douce) et humide (variante douce) LOISEL, 1976. Il existe donc une différence très sensible entre les parties septentrionales et méridionales de l'aire de répartition du Pin d'Alep en méditerranée occidentale, il serait particulièrement intéressant de connaître le comportement de l'essence dans le péninsule ibérique où les conditions climatiques générales, sont localement au moins proches, de celles de l'Algérie.

VII — Bilan hydrique

Le bilan hydrique a été calculé selon la méthode THORTHWAITE (1958) ; la réserve d'eau initiale dans le sol est fixé par convention à 100 mm.

L'évapotranspiration potentielle est calculée par la formule :

$$ETP = 1,6 (10 t) a$$

I

t = température moyenne mensuelle

$$a = 0\ 000\ 000\ 675\ I^3 - 0,000\ 771\ I^2 + 0,017921\ I + 049239$$

$$a = 0\ 000\ 000\ 675\ I^3 - 0,000\ 771\ I^2 + 0,017921\ I + 049239$$

I = Indice de température annuel, calculé en faisant la somme des douzes valeurs d'un indice mensuel i calculé par la formule $i = t$.

(5)

Il est inutile d'entrer dans le détail des calculs qui sont d'ailleurs exposés dans de nombreux ouvrages spécialisés (LEMEE, 1969, PEGUY, 1970, HALIMI, 1980).

Les graphiques du bilan d'eau d'après la méthode THORTHWAITE sont établis de la manière suivante :

On porte :

- en abscisse les mois de l'année
- en ordonnée à droite l'Evapotranspiration potentielle (ETP) en mm
- en ordonnée à gauche les précipitations mensuelles en mm

— L'évapotranspiration réelle (ETR) exprimée en mm est également prise en compte.

Nous aurons ainsi concrétisé par l'intersection des courbes une surface proportionnelle à l'intensité de la saison sèche. D'autre part, la surface délimitée par les deux courbes de P et de l'ETR représente l'épuisement des stocks d'eau.

Application de la méthode aux zones à Pin d'Alep

— L'évapotranspiration potentielle (ETP)

D'une manière générale les valeurs de l'ETP annuelle dans les zones à Pin d'Alep se situent entre 721 mm et 956 mm et varient comme suit :

— Littoral oranais : entre 887 (Cap Ivi), et 921 mm (Cap Falcon)

— Littoral algérois : entre 880 (Cap Tenès) et 922 mm (Alger)

— Tell.

— Tell algérois : entre 721 (Lac de Mouzaïa) et 838 (Bouira)

— Tell oranais : entre 781 (Slissen) et 879 mm (Saïda)

— Tell constantinois : entre 793 (Souk-Ahras) et 854 mm (Constantine)

— Aurès Némemcha : 732 mm à Boutaleb

— Atlas saharien : 765 mm à Djelfa et 777 mm à El-Bayadh.

— L'évapotranspiration réelle (ETR)

Les valeurs de l'ETR pour l'ensemble des zones à Pin d'Alep se situent entre 363 (Boutaleb) et 562 mm (Alger). Le tableau suivant indique que l'ETR est plus élevé sur le littoral qu'au niveau des zones méridionales de l'Atlas saharien.

Littoral algérois

410 à 562

Littoral oranais

367 à 443

Tell

341 à 466

Aurès Némemcha

363

Atlas saharien

366

— *Déficit en eau* (=déficit agricole) = ETP - ETR.

Ce déficit varie :

sur le littoral entre 286 (Cherchell) et 474 mm (Beni-Saf)

sur le Tell entre 336 (Souk-Ahras) et 473 mm (Tlemcen)

sur les Aurès Némemcha 368 (Boutaleb) et 445 mm (Tébessa)

sur l'Atlas saharien 277 (Ain-Gotaïa) et 416 mm (Djelfa).

Pour l'ensemble des zones à Pin d'Alep, les variations sont comprises entre 277 et 473 mm, les plus fortes valeurs correspondent aux zones littorales.

Il est difficile de tirer un enseignement précis de ces variations ; en effet, si l'on peut à la rigueur admettre que le déficit en eau semble plus important sur le littoral et le Tell, il n'en reste pas moins que les valeurs limites constatées dans chaque zone ne permettent pas de différencier nettement celles-ci.

VIII. - Conclusion : (Tableau n° 2, Figure n° 6)

Le Pin d'Alep en Algérie se développe essentiellement dans les principales zones que nous avons étudiées (littorale et sublittorale, Tell, Atlas saharien et Aurès Némemcha) ; cependant sa fréquence et sa vitalité apparaissent d'une manière très inégale que les caractéristiques du climat paraissent expliquer pour une grande part.

Les facteurs climatiques principaux régissant l'extension du Pin d'Alep en Algérie sont la pluviométrie, la sécheresse estivale, la moyenne des minimums des mois les plus froids.

La pluviosité minimale enregistrée pour la zone du Pin d'Alep est de 308 mm ; en deçà de celle-ci, il est subordonné au Génévrier rouge et à Alfa, sa production et son développement deviennent très faibles. La limite supérieure de la pluviosité est de 876 mm, à partir de laquelle il est fortement concurrencé par d'autres espèces forestières qui le surplacent aisément. Cependant son aire optimale se situe entre les pluviosités comprises entre 400 mm et 600 mm par an.

Etudiant le facteur pluie dans le sud-est français, LOISEL (1976) pense que dans cette partie de la région méditerranéenne ce facteur n'est pas déterminant sur la répartition de l'espèce puisqu'elle prospère déjà dans des zones de 400 à 1000 mm de précipitations annuelles. ALCARAZ (1982) de son côté situe la limite d'extension du Pin d'Alep entre 275 mm et 778 mm dans le Tell oranais.

Concernant le régime pluviométrique saisonnier l'aire du Pin d'Alep correspond sur le littoral, le sublittoral et le Tell au type HPAE. dans les autres zones, les précipitations saisonnières des trois saisons (automne, hiver, printemps) se rapprochent beaucoup, il est difficile de déterminer un régime uniforme.

Le facteur pluviométrie estivale varie entre 14 mm et 50 mm ; cependant l'aire optimale du Pin d'Alep se situe à des valeurs comprises entre 32 et 50 mm.

Le paramètre température moyenne annuelle varie dans la zone de répartition du Pin d'Alep entre 13° et 18,3°C avec un optimum compris entre 13,55°C et 15,55°C. La moyenne des maximums du mois le plus chaud se trouve comprise entre 28,3°C et 35,4°C, l'optimum se situant bien entendu entre 31°C et 33°C.

L'aire de répartition de l'essence est caractérisée quant à la moyenne des minimums du mois le plus froid (m) entre $-1,8^{\circ}\text{C}$ et $9,3^{\circ}\text{C}$; les meilleures pineraies correspondent aux valeurs de (m) comprises entre $-1,8^{\circ}$ et 5°C .

Si maintenant l'on se réfère à la continentalité thermique définie par l'écart entre M et m, on s'aperçoit que *Pinus halepensis* s'étend, dans les zones pour laquelle les valeurs de ce paramètre vont de $19,9^{\circ}$ à $35,7^{\circ}\text{C}$, avec un optimum entre 31° à 35°C .

L'indice de sécheresse estivale d'EMBERGER varie entre 0,41 et 1,50 ; la meilleure croissance et la meilleure production de l'essence s'accordent avec un indice variant entre 0,90 et 1,50.

Par ailleurs, le nombre de mois sec d'après le diagramme de BAGNOULS et GAUSSEN montre des valeurs comprises entre 3 et 5mm. Cependant les pineraies les plus productives présentent 4 à 5 mois de sécheresse estivale.

Le Pin d'Alep en Algérie s'intègre au climat du thermoméditerranéen (au sens de GAUSSEN) dont la variante atténuée constitue l'aire optimale dans ses peuplements.

Le quotient pluviothermique d'EMBERGER qui constitue la synthèse la plus significative pour le climat méditerranéen, a des valeurs comprises entre 30 et 137 par l'ensemble de l'aire de l'espèce, mais les formations bien venantes se situent dans la fourchette 35-60. C'est donc les bioclimats semi aride et subhumide inférieur à variante froide et fraîche qui paraissent les mieux convenir à *Pinus halepensis* en Algérie.

En d'autres termes et dans le cadre des limites climatiques que nous venons de préciser, en Algérie le Pin d'Alep est bien implanté dans le Tell central et occidental, sur l'Atlas saharien, les Aurès et les Monts de Tébessa : dans ces zones les pineraies offrent une productivité relativement bonne et leur régénération naturelle est possible.

Certes, le Pin d'Alep s'observe en d'autres parties du territoire algérien et notamment sur le littoral centre et ouest et sur le piémont sud des reliefs au contact des zones subdésertiques.

Cependant si la régénération naturelle et la production sont encore relativement satisfaisantes sur le littoral, les conditions climatiques des zones subdésertiques ne sont guère favorables à la survie du Pin d'Alep.

Sur le reste du territoire national le Pin d'Alep est quasiment absent ou pour le moins ne constitue pas des peuplements d'origine naturelle certaine. C'est en particulier le cas du littoral oriental y compris les Kabylies, les Hauts plateaux steppiques occidentaux, les Hautes plaines constantinoises à l'est et bien entendu le Sahara.

Sur le littoral constantinois il semble que ce soit avant tout la hauteur des précipitations qui non seulement s'opposent à l'installation du Pin d'Alep, mais favorise le développement d'essences plus exigeantes

comme le Chêne liège et le Chêne zéen (P mm comprise entre 750 et 1200 m). Cette région est essentiellement occupée par un maquis développé sur substrat siliceux et sous couvert de Chênes.

Il est évident que si des semences de Pin d'Alep pouvaient atteindre ces zones les jeunes plantules n'y trouveraient pas un milieu favorable à leur développement (éclairage faible, concurrence intense des espèces du maquis). Nous remarquons encore que sur le littoral constantinois, l'écart thermique (M-m) montre une valeur moyenne (22°) très nettement inférieure à celle qui caractérise l'aire de développement optimal du Pin d'Alep en Algérie (31 °C à 35 °C).

Sur les Hauts plateaux steppiques les principaux états de variables climatiques nécessaires à l'extension du Pin d'Alep sont réalisés cependant ils correspondent pour certains d'entre eux le plus souvent aux limites inférieures des intervalles que nous avons précisés ; ainsi la pluviométrie n'excède pratiquement pas 300 mm, et la durée de la saison sèche est supérieure ou égale à 5 mois.

En outre comme nous le verrons plus loin, dans cette région les sols présentent souvent un encroûtement superficiel et le surpâturage sévit.

Il est évident qu'en zone saharienne les conditions actuelles d'humidité sont très nettement insuffisantes pour permettre le développement du Pin d'Alep comme d'ailleurs de nombreuses autres espèces.

Au niveau les Hautes plaines constantinoises, tous les paramètres climatiques analysés sont favorables au Pin d'Alep puisqu'ils s'intègrent dans les limites que nous avons reconnues pour les zones à production et à régénération satisfaisante. Cette partie du territoire algérien paraît donc ne présenter aucun obstacle climatique au développement de cette essence. L'extrême réduction des peuplements naturels de Pin d'Alep dans cette zone (l'espèce est limitée à quelques croupes) est certainement liée à l'action anthropogène ; les Hautes plaines constantinoises étant caractérisées par la grande extension de la céréaliculture.

En conclusion l'aire optimale actuelle de *Pinus halepensis* en Algérie est déterminée à la fois par des facteurs climatiques et des facteurs humains. Ces derniers paraissent néanmoins prépondérant et semblent à l'origine d'une translation de l'aire du Pin d'Alep du sud vers le nord.

En effet, la dégradation poussée de la couverture végétale au niveau de la partie la plus méridionale de son aire actuelle conduit à l'installation des conditions microclimatiques et mesoclimatiques relativement défavorables au Pin d'Alep et l'on assiste à une « steppisation » des pineraies les plus méridionales. Parallèlement la dégradation tout aussi intense des zones littorales et notamment dans l'Algérois a pour effet de modifier localement les conditions climatiques dans le sens d'un relatif assèchement favorable à l'extension du Pin d'Alep, et ce en l'absence d'essences feuillues le plus souvent supprimées.

Tableau 2

Synthèse climatique des principales zones de l'aire d'extension du Pin d'Alep en Algérie

	Précip. annuelle en mm	Type saison.	Th. moyen. en °C	M en °C	m en °C	M-m en °C	H en %	Pe en mm	Pe M	Durée chaude (mois)	Durée secs (mois)	Indice max. séch. estiv. (mm ²)	Indice xéroth.	Q ₂	Bioc.	ETP mm	ETR mm
Littoral algérois	545 à 876	HAPE	15,70 à 18,36	28,3 à 31,1	7,3 à 9,3	19,9 à 26,5	65 à 73	19 à 23	0,66 à 0,82	4	4	291 à 316	—	104 à 137	SHM SHS	880 à 922	410 à 562
Littoral oranais	322 à 428	HAPE	17,10 à 18,35	28,3 à 29,1	8,8 à 9,5	19,4 à 22,0	69 à 75	12 à 14	0,41 à 0,49	4	5 à 6	385 à 426	120 à 140	63 à 75	SAS	887 à 921	367 à 443
Tell	416 à 800	HAPE (HAPE)	13,55 à 17,25	31,6 à 37,7	-0,6 à 5,8	25,6 à 35,7	59 à 65	32 à 39	0,90 à 1,28	4	4	249 à 300	100 à 125	40 à 97	SAM SHI	721 à 879	341 à 456
Atlas saharien	308 à 342	Divers	13,00 à 15,50	33 à 33,5	-1,8 à 3,3	23 à 34,3	—	34 à 49	1,13 à 1,46	3	4 à 5	245 à 280	105 à 125	30 à 36	SAI	765 à 777	366
Aurès	338 à 529	Divers	14,00 à 15,55	35,4 à 34,8	1,9 à 3,9	31,3 à 32,9	53	50 à 88	1,4 à 1,50	2 à 4	5	235 à 282	—	35 à 42	SAI SAM	767 à 767	363
Nememcha	192 à 876	—	13 à 18,3	28,3 à 35,4	1,8 à 9,5	19,4 à 35,7	53 à 75	12 à 50	0,41 à 1,50	1 à 4	4 à 6	235 à 426	100 à 140	30 à 140	SAI SHS	732 à 922	341 à 562

Tableau 3

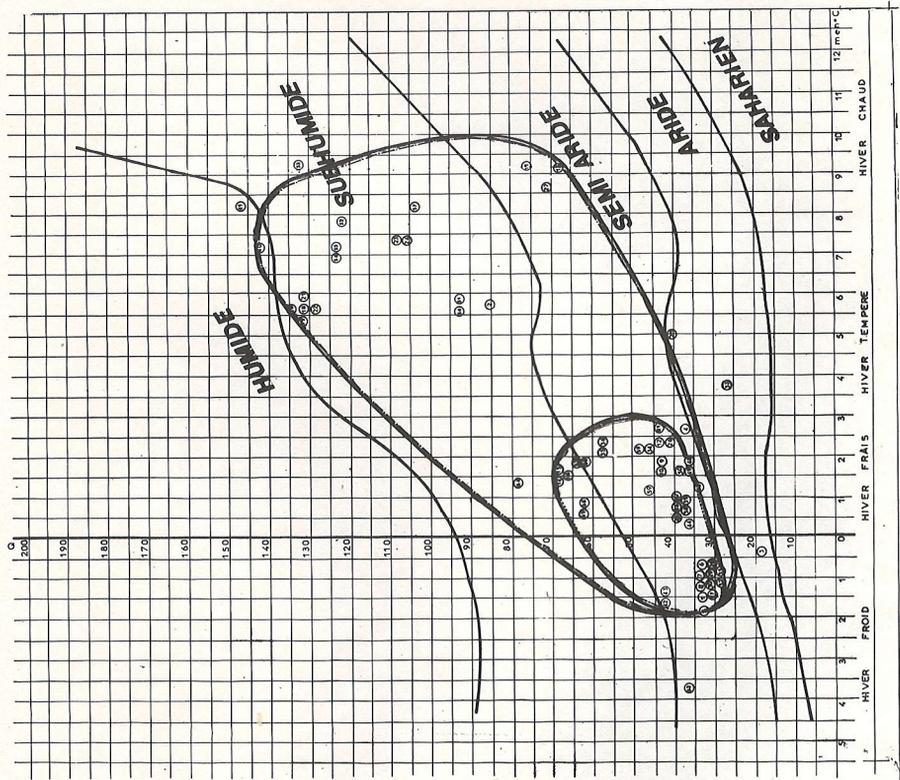
Synthèse climatique des zones sans Pin d'Alep en Algérie

Littoral	Précip. annuelle en mm	Type saison.	Th. moy. en °C		M °C	m °C	M-m en °C	H en °C	Pe en mm	Pe M	Durée chaude	Durée secs	Pro. mois	Q _z	Biocli.	ETP en mm	ETR en mm
			en °C	en °C													
Constantinois	757	HAPE	17,01	30,9	6,6	21,9	70	2,62	0,70	3	3	131	HI	774	523		
	à 1204		et 18,60	et 32,5	et 8,5	et 22,8	et 72	à 4,32	à 1,42	à 4	à 4	et 188	SHS	à 920	à 599		
Hautes plaines constantin.	364	HAPE	13,55	33,2	0,4	32,1	59	11,30	1,18	4	4	36	SAM	767	302		
	à 469		et 15,15	et 35,6	et 0,7	et 34,9	et 60	à 14,42	à 1,56	à 4	à 5	et 50	SAS	à 808	à 442		
Hauts plateaux steppiques	250	Divers	13,75	35,1	1,5	34,1	46	0,90	27,82	5	5	27,82	AM	854	348		
	à 301		à 16,20	et 36,7	à 1,6	à 35,1	à 46	à 1,10	à 0,51	à 4	à 6	à 29,91	à 884	à 360			
Zone saharienne steppique	58	Divers	17,25	38,6	0,5	33,7	39	8,00	0,14	5	5	5,22	Sah.	919	158		
	à 156		à 22,00	à 39,9	à 6,4	à 39,1	à 43	à 14,67	à 0,32	à 6	à 12	à 16,9	à 1285	à 262			

EMPLACEMENT DES PROVENANCES DE PIN D'ALEXANDRIENSIS) SUR LE CLIMAGRAMME PLUVIOTHERMIQUE D'EMBERGER

0 - 1000P.
M. 2. m (M-m)

Figure 1.4. **LEGENDE** ----- LIGNE DE PRESSION DU PIN D'ALEX.
----- LIGNE DE PRESSION OPTIMALE PIN D'ALEX.
----- LIGNE DE PRESSION OPTIMALE PIN D'ALEX.



AF	STATION	WILAYA	Q	G	m
001	OULED NAHAR	WILAYA	33	1,5	
0021	S/OI BOUMEDENE	II	85	5,8	
0301	DJEBEL AISSA	S A I D A	18	-0,3	
0501	BOUMABET	II	18	-0,3	
0601	BOUMAGH	II	32	-1,6	
0601	ZEGLA	S. B. ABDES	34	-0,6	
0701	TOUAZINE	II	34	-0,6	
0801	KHEDIDA	II	34	-0,6	
0801	KHEDIDA	II	34	-0,6	
1001	GUETARNIA	II	43	1,9	
1101	DJEBEL KHAAR	WAHRAN	75	9,1	
1201	OUED ARDJEM	MESTOAHANEM	60	8,6	
1401	TAKROUPT	II	68	1,7	
1501	SDAMAS CHERQUI	II	68	1,7	
1601	SDAMAS GHARBI	II	68	1,7	
1701	OUED EL KHAY	II	68	1,7	
1801	OUED CHAIBA	LACHOUIAT	127	4,6	
1901	BEN MERRAD	ECH CHELIFF	127	4,6	
2001	BENI ZOUG ZOUG	II	127	4,6	
2101	OUED KHEWIS	II	127	4,6	
2201	BENI HABA	II	105	7,4	
2301	TAOURRA	II	105	7,4	
2401	KHARICHA	II	40	2,6	
2501	OUED BOUPRID	II	70	8,1	
2601	SENALBA CHERQUI	EL DJELFA	81	-0,8	
2901	SENALBA GHARBI	II	31	-0,8	
3001	MEJDEB DJEBEL	II	10	-0,8	
3101	MEJDEB	II	31	-0,8	
3201	DJEBEL DJELAL	II	31	-0,8	
3301	DJEBEL MESSAD	II	25	3,7	
3401	OULED ANTAR	LEMDIYA	55	2,0	
3501	OULED OKHRIS	BOUJAJA	57	2,0	
3601	OULED OKHRIS	II	57	2,0	
3701	AZZEROU	II	64	1,9	
3801	OUANNOUGHA	II	39	0,7	
3901	LES BIRBANS	II	39	0,7	
4001	GOURAYA	BEJAJA	142	7,3	
4201	BOUHALEB (NORD)	II	146	8,3	
4301	BOUHALEB (SUD)	II	43	2,3	
4401	BOUHALEB	II	35	0,3	
4501	BENI HILJOLA	BATNA	38	0,8	
4601	BENI OUDJANA	II	38	0,8	
4701	OULED YAGOUBANA	OUM EL BOUGH	38	0,8	
4801	SAFARIA BENTHALEB	TRESSA	35	1,9	
4901	OULED S/OI ABID	II	35	1,9	
5001	ZERALDA	EL OUAZAIR	12	0,2	
5101	BOU E BOULOINE	II	12	0,2	
5201	HAKOU FERADME	II	131	9,3	
5301	BOUHALEB	EL BOULADIF	92	3,9	
5501	BOUHALEB	II	124	7,3	
5601	BOUHALEB	II	104	4,3	
5801	OUED OGHAT	LEMDIYA	60	0,6	
5901	OUED HELLAL	BOUHA	45	2,1	
6001	FEROUANE	SALIDA	43	2,4	
6201	FEKOUENA	KSILA	43	2,4	
6301	EL GUICHA	LACHOUIAT	37	3,7	
6401	BOU SALLAH	OUELYA	34	1,3	
6501	BEN HADSEN	LEMDIYA	60	0,6	

BIBLIOGRAPHIE

- ALCARAZ CI., 1982. — *La végétation de l'Ouest algérien*.
Thèse d'Etat Univ. Perpignan 415 p + annexes.
- BAGNOULS F. et GAUSSEN H., 1973. — Saison sèche et indice xérothermique.
Docum. Cartes product. *Végét.*, Sér. : généralité., 3 (1), art. 8 : 47 p.
- BAGNOULS F. et GAUSSEN H., 1957. — Les climats biologiques et leur classification. *Ann. Géogr. Fr.*, 355 : 193-220.
- BARRY J.P., CELLES J.C., 1972-1973. — Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien (entre 0° et 6° de longitude Est). *Nat. Montp. ser. Bot.*, 23-24 : 5-48.
- BOUDY P., 1940. — *Economie forestière Nord Africaine*.
I — *Milieu physique et humain*, 1 vol., 686 p. Larose, Paris (1948).
II — *Monographies et traitements des essences forestières*, 2 fasc., 887 p. Larose, Paris (1950).
III — *Description forestière du Maroc*, 1 vol., 294 p., Moncho, Rabat (1950).
IV — *Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie*, 1 vol., 483 p. Larose, Paris (1955).
- CHAUMONT M. et PAQUIN C., 1971. — Carte pluviométrique de l'Algérie à 1/500.000 et notice explicative. *Bull. Soc. Hist. Afr. du Nord*, Alger, Notice 24 p.
- DAGET Ph., 1975. — Sur quelques coefficients utilisés dans les classifications climatiques : - Mois secs et sécheresse estivale.
Montpellier, C.N.R.S. - C.E.P.E., Note 19/C. 10 p.
- DAGET Ph., 1977. — Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, modes de caractérisation. *végétation*, 34,1 : 1-20.
- DEBRACH., 1953. — Notes sur les climats du Maroc occidental. *Maroc médical* 32 (342) : 1122-1134, 5 fig. - 5 tabl.
- DUBIEF J., 1950-1963. — Le climat du Sahara. *Mém. Inst. Rech. Sahara.*, Alger, 2 tomes, 314 p. + 275 p.
- EMBERGER L., 1959. — Sur la notion du climat de transition dans le domaine du climat méditerranéen. *Bull. Serv. Carte*, 4, 2 pp. 95-117.
- EMBERGER L., 1955. — Une classification biogéographique des climats. *Rec. Trav. Labo. Bot. géol. et zoo., Fac. Sc. Montpellier ser. bot.*, 7 : 3-43.
- GAUSSEN H., 1948. — Cartes des précipitations annuelles en Algérie. I.G.N. Paris.

- GAUSSEN H., 1954. — Théories et classifications des climats et des microclimats du point de vue phytogéographique. VIII^o Congr. Intern. Bot., Paris, 7, 125-130.
- GAUSSEN H., 1955. — Détermination des climats par la méthode des courbes ombrothermiques. C.R. Hebd. Séances Acad. Sci. Ser. D. Sci. Nat. 240, 642-644
- GAUSSEN H. et BAGNOULS M.F., 1958. — Carte des précipitations de l'Algérie, échelle 1/500.000 I.G.N., Paris.
- GIACOBBE A., 1959. — Nouvelles recherches écologiques sur l'aridité dans les pays de la méditerranée occidentale. Nat. Montp., Ser. Bot., 2 : 7-27.
- GIACOBBE A., 1967. — Le coefficient bioclimatique de productivité potentielle. *Oecologia plantarum*, t. 2 n^o 3 : 183-216.
- HALIMI A., 1980. — *L'Atlas blidéen - Climats et étages végétaux*. O.P.U., Alger.
- IONESCO T., SAUVAGE C., 1962. — Les types de végétation au Maroc, essai de nomenclature et de définition. Revue Géogr. Maroc, 1-2 : 75-86.
- KADIK B., 1987. — *Contribution à l'étude du Pin d'Alep (Pinus halepensis MILL) en Algérie : Ecologie dendrométrie, morphologie* : 589 p. O.P.U., Alger.
- KADIK L. 1984. — *Contribution à l'étude phytocologique du pin d'Alep de l'Atlas saharien*. Th. 3^{ème} cycle USTHB.
- LEMEE G., 1967. — Précis de biogéographie. 1 vol. 358 p., Masson, Paris.
- LOISEL R., 1976. — La végétation de l'étage méditerranéen dans les Sud-Est continental français. Thèse Sc. Nat. Un. Marseille.
- MAIRE R., 1926. — Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie, 1 vol. Baconnier, Alger.
- MARTONNE E., 1934. — La formule de l'indice d'aridité - Zbor Prac. Lwow. 357-364.
- NAHAL I., 1962. — Le Pin d'Alep (*Pinus halepensis Mill.*) Etude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole - Ann. Ecole Eaux et Forêts et Sta. Rech. Exp., 19 (4), 208 p., fig., tab. et graph., 1 climagramme.
- PAGUY C., 1970. — Précis de climatologie. 1 vol. 468 p., 2^e édit., Masson, Paris.
- QUEZEL P. et SANTA S., 1962-1963. — Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales C.N.R.S., Paris : 2 vol. : 1 : 570 p., 2 : 571-1170, 42 cartes, 20 ph., 112 pl.
- SAUVAGE Ch. 1963. — Le quotient pluviométrique d'EMBERGER, son utilisation et la représentation géographique de ses variations au Maroc. Ann. Serv. Phys. du Globe et de Météo. De l'Inst. Sci. Chérif., XX : 11-23 et 1 carte couleur.
- SELTZER L., 1946. — Le climat de l'Algérie, in 4^o, 219 p., 2 cartes h.t. 53 fig., Carbonel Alger (avec la coll. de LASSERRE, GRANDJEAN, AUBERT et FOUREY).
- THORTHWAITE C.W., 1948. — An approach toward a rational classification of climate. Géog. Rev., 38,1 : 55-94.
- TURC L., 1961. — Evaluation des besoins en eau d'irrigation, évapotranspiration potentielle. Ann. Agron., 12 (1), 13-49.