

## **ETUDE BIOCLIMATIQUE DES STEPPES ALGERIENNES \*** (Avec une carte bioclimatique à 1/1.000.000ème)

Par

H. N. LE HOUEIROU

J. CLAUDIN

M. POUGET

### *SUMMARY :*

The authors have defined and mapped at the 1/1.000.000 scale, the various bioclimates existing in the arid steppic zone of Algeria, which stretches over some 16 million hectares between the 100-400 mm isohyets.

The classification of these bioclimates is made through 3 main criteria : average annual rainfall (P), average daily minimum temperature of the coldest month (m) and average daily maximum of the coldest month (M'). These criteria are correlated with other climatic and bioclimatic factors such as, for rainfall : length of the rainy period, variability of annual precipitations, potential evapotranspiration, length of the growing season ; for average minimum temperatures of the coldest month : number of freezing days, length of winter rest period, and so on.

Interpolation between the sparse meteorological stations is made by the use of vegetation distribution (climatic ecological groups).

These ecological groups were defined during the phytocological studies carried out by the authors for the past 13 years, also making use of the results obtained in similar areas of North Africa, especially in Tunisia.

This bioclimatic map is designed to help in planning and implementing Agriculture and range development in the Algerian arid zone.

### *RESUME :*

Les auteurs ont défini et cartographié à l'échelle du 1/1.000.000 les différents bioclimats de la zone aride steppique algérienne qui s'étend sur 16 millions d'hectares entre les isohyètes 400 et 100 mm.

La classification bioclimatique utilisée est fondée sur trois critères : la pluviosité moyenne annuelle (P), la température moyenne minimale du mois le plus froid (m) et la température moyenne maximale du mois le plus froid (M'). Ces critères ne sont pas les seuls facteurs climatiques agissant sur les

(\*) Voir carte bioclimatique de l'Algérie steppique, hors-texte.

O.R.S.T.O.M. Fiches Documentaire

N° : 29910, ex 2

Cote : A

conditions de vie des espèces végétales steppiennes ; ils en sont cependant une simplification acceptable à l'échelle du 1/1.000.000. En effet, ces critères présentent d'étroites corrélations avec d'autres facteurs climatiques et des variables biotiques importants. Ainsi :

— Pour la pluviosité : longueur de la saison pluvieuse, variabilité des précipitations annuelles, évapotranspiration potentielle, etc...

— Pour la température hivernale  $m$  : le nombre de jours de gelées, la longueur du repos hivernal de la végétation etc...

— Pour la température hivernale  $M'$  : évapotranspiration potentielle, précocité du réchauffement printanier etc...

L'interpolation entre les stations climatiques très éparées sur les steppes, est effectuée par l'étude de la répartition des groupements végétaux (groupes écologiques climatiques). Ces groupes climatiques ont été définis au cours des études phytoécologiques que les auteurs ont poursuivies en Algérie depuis 1966, 1972 et 1968 respectivement, et en utilisant aussi, les résultats obtenus dans les zones comparables des pays voisins (Maroc, Libye et surtout Tunisie).

L'objectif de cette carte bioclimatique est de fournir un document de base pour la planification et la réalisation des travaux de mise en valeur agricole et pastorale de la zone aride algérienne.

### INTRODUCTION :

Depuis le travail remarquable de SELTZER (1946) sur le climat de l'Algérie, plusieurs études et cartes climatiques ont été effectuées :

— Carte des précipitations de l'Algérie (échelle 1/500.000) de BAGNOULS et GAUSSEN (1958).

— Etude du climat du Sahara par DUBIEF (1959-1963).

— Carte des précipitations de l'Algérie (échelle 1/500.000) de CHAUMONT et PAQUIN (1971).

Les travaux des botanistes et phytosociologues sont également nombreux : MAIRE (1926), OZENDA et KERAUDREN (1960), BARRY et FAUREL (1968), QUEZEL (1957), RODIN et al (1970) CELLES (1975) etc... Pour les steppes plus particulièrement, nous avons réalisé des études phytoécologiques avec cartographie à grande et moyenne échelle (1/200.000, 1/100.000 et 1/50.000) intéressant une superficie de plus de 4 millions d'hectares répartis sur les 16 millions environ que compte la steppe : LE HOUEROU, CLAUDIN, HAYWOOD (1968-1973) ; BELLOUAM, BERAUD, CLAUDIN (1973-1975) ; BERAUD, CLAUDIN, POUGET (1975) ; POUGET et LE HOUEROU (1971) ; POUGET (1977) ; STEWART (1968-1975), utilisant un indice climatique  $Q_3$  dérivé de  $Q_2$  (quotient pluviothermique d'EMBERGER), a tenté une classification climatique et ébauché une esquisse de carte bioclimatique à très petite échelle, intéressante pour l'Algérie mais insuffisamment précise pour des buts pratiques de mise en valeur.

En Tunisie et au Maroc, depuis plusieurs années déjà des cartes bioclimatiques existent : carte 1/2.000.000 de LE HOUEROU et GOUNOT (1959) agrandie au 1/1.000.000 et au 1/500.000 (1967) pour la Tunisie - carte au 1/2.000.000 de SAUVAGE (1963) ; Atlas du Maroc, feuille n° 64, pour le Maroc.

En Algérie par contre, aucune étude ni carte bioclimatique n'a été faite aussi bien d'ailleurs pour l'Algérie du Nord que pour la steppe, sauf l'esquisse de STEWART mentionnée plus haut. Alors qu'actuellement de nombreux et très importants travaux d'aménagement (barrage vert, implantation de coopératives d'élevage, etc) sont déjà commencés, il nous paraît utile de combler ce vide en utilisant en particulier les données recueillies au cours des études que nous avons menées en Algérie depuis plus de dix ans.

Dès à présent, il convient de souligner qu'il s'agit ici d'une étude bioclimatique basée non seulement sur des données climatiques mais également sur des données biogéographiques. En effet, nous utilisons la méthode proposée par EMBERGER (1930, 1955) et maintenant classique pour les phytoécologistes en Méditerranée et en particulier en Afrique du Nord (LONG 1954 ; LE HOUEROU 1955-1958-1959-1969-1975 ; GOUNOT 1959, SAUVAGE 1962-1963 etc...) Cette méthode consiste à interpoler les données climatiques par l'interprétation de la distribution de la végétation. Cette interpolation est rendue nécessaire par la faible densité du réseau des stations météorologiques en Algérie steppique. Les données accumulées sur les végétations similaires des pays voisins, en particulier en Tunisie, ont, à cet égard, grandement facilité notre tâche.

Après un bref rappel des caractéristiques essentielles du milieu naturel de l'Algérie steppique nous envisagerons successivement l'analyse des données climatologiques et biogéographiques permettant de définir et préciser les bioclimats et leur signification phytoécologique et agronomique.

## 1. L'ALGERIE STEPPIQUE

### 1.1 — *Cadre physiographique*

Dans le schéma classique de l'Algérie du Nord, les zones steppiques se situent directement au Sud des chaînes telliennes et au Nord des Chaînes les plus méridionales de l'Atlas saharien ; on peut distinguer non moins schématiquement dans un premier temps deux unités de relief bien distinctes.

— *Les Hautes-Plaines* sud-oranaises et sud-algéroises se prolongent à l'Est par le Bassin du Hodna et les Hautes-Plaines sud-constantinoises.

— Au Sud, faisant transition avec les vastes et monotones étendues sahariennes, *deux systèmes montagneux* bien différents se relaient de l'Ouest vers l'Est : l'Atlas saharien et les Monts des Aurès et Nememtcha.

En fait, il est plus logique de considérer de part et d'autre du Bassin subsident du Hodna, deux ensembles comprenant chacun une zone de plateau ou plaines (Hautes-Plaines) bordées au Sud par une barrière montagneuse :

— *Les steppes occidentales* à l'Ouest : Hautes-Plaines sud-oranaises et sud-algéroises avec l'Atlas saharien. Ces Hautes-Plaines forment un vaste ensemble monotone dont l'altitude décroît progressivement de la frontière marocaine (1200 m) à la dépression du Hodna (400 m).

L'Atlas saharien (monts des Ksours, Dj. Amour, Monts des Ouled Nail, Monts du Zab) est un alignement de reliefs orientés SO-NE ; leur altitude décroît également d'Ouest en Est de plus de 2000 mètres dans les Ksours à 1000 m environ au Sud du Chott El Hodna.

— *Les steppes orientales* : à l'Est du Hodna s'étendent les Hautes-Plaines sud-constantinoises dont l'altitude est relativement stable (900 à 1200 m) avec, au Sud, l'imposant massif des Aurès et son prolongement oriental des Nememtcha.

## 1.2. Cadre climatique

Comme l'Algérie du Nord, les zones steppiques ont un *climat* méditerranéen avec une saison estivale de 6 mois environ, sèche et chaude, le semestre hivernal (oct. - avril) étant par contre pluvieux et froid. Il s'agit cependant, pour les steppes, d'une forme particulière de ce climat caractérisé essentiellement par :

- des faibles précipitations présentant une grande variabilité intermensuelle et interannuelle ;
- des régimes thermiques relativement homogènes mais très contrastés, de type continental

### 1.2.1. La pluviosité

La *pluviosité moyenne annuelle* est en général faible. D'après les données analysées par SELTZER (1946) les Hautes Plaines sud-oranaises, sud-algéroises et sud-constantinoises reçoivent entre 200 et 400 mm en moyenne par an. La pluviosité s'abaisse sensiblement dans la région du Chott el Hodna dont la partie centrale reçoit moins de 200 mm. Elle diminue encore sur le piedmont Sud de l'Atlas saharien (environ 150 mm) décroissant rapidement dès que l'on s'éloigne de la flexure sud-atlasique vers le Sud. Seuls les massifs montagneux reçoivent des quantités d'eau plus importantes, de l'ordre de 400-500 mm dans l'Atlas saharien et pouvant atteindre plus de 600 mm dans les Monts du Hodna et les Aurès-Belezma.

La répartition saisonnière est marquée par la prédominance des pluies d'automne et de printemps avec un minimum pluviométrique assez net en février. Durant la période chaude, une certaine quantité d'eau, en fait assez faible, mais d'autant plus importante que l'on va vers l'Est, est apportée par les orages dont la fréquence est maximale durant cette saison.

Abstraction faite des reliefs on observe deux gradients pluviométriques : un gradient décroissant Nord-Sud et un gradient croissant Ouest-Est, ce dernier étant lié aux pluies d'origine saharienne (DUBIEF).

*L'origine des pluies* intéressant les zones steppiques est double :

- d'une part, les précipitations dues aux vents pluvieux de secteur O et NO qui abordent le Maghreb par le littoral Nord durant la saison froide (SELTZER) — leur influence diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la mer.
- d'autre part, les précipitations orageuses dues aux perturbations atmosphériques engendrées par les dépressions en provenance des régions sahariennes (DUBIEF). Ces dépressions abordent les zones steppiques par le Sud durant la saison chaude ; elles sont d'autant plus nombreuses que l'on va vers l'Est, d'où les fréquents orages estivaux dans les Hautes-Plaines sud-constantinoises et les hautes steppes tunisiennes.

*L'influence des chaînes atlasiques* (Atlas tellien et Atlas saharien) est déterminante en raison de leur altitude relativement élevée et de leur orientation générale SO-NE faisant écran aux vents pluvieux de secteur NO et O. L'Atlas tellien oblige les vents pluvieux à s'élever et à abandonner sur les reliefs la majeure partie de leur humidité, ne laissant à l'Algérie steppique que « la part du pauvre » — l'Atlas saharien joue le même rôle vis-à-vis du piedmont saharien.

De plus, les massifs les plus élevés (Ouarsenis et Monts du Hodna au Nord, Monts des Ksour, Djebel Amour et Monts des Aurés au Sud) déterminent, sur les régions directement situées en piedmont Sud, de vastes zones « d'ombre pluviale » encore plus arides que les régions avoisinantes.

Il est certain que les principales variations de la pluviosité peuvent être en grande partie expliquées par l'origine des pluies et l'influence des chaînes atlasiques. Mais nous préciserons par la suite les facteurs essentiels de ces variations.

L'accroissement des pluies avec l'altitude et les formes du relief varie d'une zone à l'autre ; ainsi de la frontière marocaine au Hodna la pluviosité reste comprise entre 200 et 300 mm alors que l'altitude moyenne des plaines descend de 1400 à 400 m ; il y a donc compensation entre le gradient altitudinal et le gradient méridien W-E.

Pour une région bien définie comme le bassin du Hodna, LUCIDO, in LE HOUEROU et AL 1975, note un gradient de 20 à 40 mm par 100 m de dénivellation et parfois plus selon les formes du relief, l'exposition et l'importance des précipitations. LE HOUEROU 1959, trouve une moyenne de 25 mm pour 100 m en Tunisie méridionale et BALDY, 1965, 20 mm pour 100 m en Tunisie centrale.

Pour ce qui concerne les steppes algériennes l'influence de l'altitude sur la pluviosité n'est pas uniforme sur l'ensemble de la zone ; elle varie plus ou moins proportionnellement aux hauteurs moyennes, ce qu'avaient déjà constaté SELTZER et DUBIEF et confirmé par LUCIDO au Hodna. On a donc intérêt à exprimer les gradients en pourcents de la pluviosité moyenne plutôt qu'en chiffres absolus. Dans la majorité des cas le gradient est compris entre 5 et 10 % d'accroissement par 100 m d'élévation. Enfin, à l'échelle de la station, en plus des gradients précédents nous avons été amenés à

tenir compte de l'influence de la configuration des massifs montagneux, de l'effet de masse produit. Leur influence sur la pluviosité des stations de montagne ainsi que sur celle des régions avoisinantes est principalement due à leur morphologie générale, à leur altitude relative par rapport à celle de leur piedmont et enfin à leur orientation générale par rapport aux vents pluvieux. Cette influence se traduit de deux façons :

- Les massifs les plus élevés (Ouarsenis et Monts du Hodna au Nord ; Monts des Ksours, Dj. Amour et Monts des Aurès au Sud) déterminent sur les régions situées en piedmont Sud de vastes zones d'ombres pluviales.
- Sur les versants des massifs eux-mêmes, à altitude égale, il existe une variation importante de la pluviosité entre versants exposés aux pluies et ceux en ombre pluviale. On ne dispose là d'aucune donnée bien précise, d'autant qu'il existe une multitude de situations locales bien différentes ; généralement, pour l'Afrique du Nord (SELTZER, 1946 ; BALDY, 1965 ; Le HOUEROU 1969) on estime que cette variation est de l'ordre de 20 à 40 % entre les versants exposés aux pluies et ceux qui sont localisés en situation d'ombre pluviale (LE HOUEROU, 1969).

### 1.2.2. *Les températures*

Profondément encaissée à l'intérieur des terres et séparée de la mer par une barrière quasi-continue de montagnes, l'Algérie steppique connaît un régime thermique contrasté, de type continental. *L'amplitude thermique annuelle* y est partout supérieure à 20° C. Cependant, il est remarquable que, pour la quasi totalité de la région étudiée, cette valeur reste comprise entre 20 et 22° C. Située, dans son ensemble, à une distance sensiblement constante de la mer, le régime thermique de notre région est aussi fortement influencé par l'altitude ; la latitude n'intervient qu'en deuxième facteur pour différencier les points extrêmes.

*Les températures minimales* : du fait de leur altitude relativement élevée, (800-1200 m), les régions comprises entre les deux atlas et les atlas eux-mêmes, connaissent les températures hivernales les plus basses d'Algérie (exception faite des hautes montagnes, bien entendu).

*La moyenne des minima du mois le plus froid* : « m » varie de — 2° C à + 6° C. Bien que l'on y rencontre des conditions thermiques hivernales très variées, dans sa plus grande partie, l'Algérie steppique reste comprise entre les isothermes + 1° C et + 3° C. Localement, dans la partie centrale du Hodna et sur le piedmont saharien oriental, « m » dépasse cette valeur, particulièrement dans la région de Biskra ( $m \geq + 6^\circ \text{C}$ ). Par contre la partie centrale de l'Atlas saharien, les monts du Hodna, les Aurès, le piedmont Sud de l'Atlas tellien, la partie occidentale des hauts plateaux et les hautes plaines sétifiennes connaissent des valeurs comprises entre + 1° C et — 2° C. Enfin sur les plus hauts sommets « m » est inférieur à — 2° C si on extrapole les gradients connus, car il n'y a aucune station en haute montagne.

Si d'une façon générale « m » diminue avec l'altitude selon un gradient moyen de 0,5° C (0,4° C pour SELTZER ; 0,5° C pour BALDY), la situation locale intervient : bas-fonds plus gelifs (ex : région de Aïn Sefra) ceintures chaudes en expositions Sud, (ex : piedmonts Sud des monts du Hodna et du Zab).

#### *Les températures maximales*

On observe pour la moyenne des maxima du mois le plus chaud le même type de répartition que celui décrit précédemment pour les minimas.

La majorité du territoire étudié est comprise entre les isothermes 34° C et 37° C. Au Sud de l'Atlas saharien (du fait de son éloignement à la mer) et dans la partie centrale du Hodna (du fait de la faible altitude) les maxima se situent entre 37° C et 40° C. Cette dernière valeur n'est n'est dépassée que pour les stations sahariennes proprement dites et pour Biskra. En raison de leur altitude importante, les zones montagneuses ont des étés plus cléments ( $M < 34^{\circ} C$ ).

L'amplitude thermique moyenne (M-m) varie peu et reste sensiblement égale à 34,6°. Ce fait sera discuté plus loin ; il en résulte par exemple que l'indice d'EMBERGER est uniquement fonction de P puisque  $Q = PK$ , où  $K = 34,6$  (LE HOUEROU et al, 1975).

#### 1.3. *Cadre biographique*

Les steppes nord-africaines en général et les steppes algériennes en particulier font partie du domaine floristique mauretano-steppique défini par MAIRE (1926). Ce domaine appartient à la région floristique méditerranéenne, donc à l'empire holarctique.

Le domaine mauretano-steppique se situe entre le Moyen Atlas marocain et l'embouchure du Nil. Il correspond au domaine steppique irano-touranien du Proche et Moyen-Orient et de l'Asie Moyenne Soviétique (Turkestan, Turkmenistan, etc... ).

Le domaine mauretano-steppique se caractérise par une flore d'affinités à la fois méditerranéenne et saharo-sindienne ; cette dernière étant d'autant plus abondante que l'on s'approche du Sahara.

Sur le plan de la végétation c'est le domaine des steppes : steppes d'alfa (*Stipa tenacissima*), steppes d'armoise blanche (*Artemisia herba alba*), steppes de sparte (*Lygeum spartum*), steppes à armoise champêtre (*Artemisia campestris*) se partagent le paysage. Plus au sud, assurant la transition avec les végétations sahariennes, la steppe à Remt (*Hammada scoparia*) domine.

Autour des grandes dépressions salées (Chotts, Rharbi Ech Chergui-el-Hodna, Zarhez Rharbi et Chergui) et sur les terrasses alluviales de certains oueds s'étendent les steppes crassulentes à salsolacées halophiles (*Suaeda*, *Salsola*, *Atriplex*, *Arthrocnemum*, *Halocnemum*...). Ces steppes sont approximativement limitées par des isohyètes 100 et 400 mm.

Les chaînons de l'Atlas saharien sont couverts de végétations forestières plus ou moins dégradées allant de la forêt claire de pin d'Alep ou de chêne vert jusqu'au matorral très dégradés où ne subsistent que quelques exemples épars et abrutis de genévriers de Phénicie. Ces dernières formations, où déjà domine l'alfa, assurent la transition dynamique vers les groupements steppiques.

Ainsi beaucoup de steppes ne constituent pas une végétation primitive mais divers stades de dégradation d'une forêt claire xérophile à *Pinus halepensis* et *Juniperus phœnicea* (QUEZEL, 1957, LE HOUEROU, 1959-1969).

## 2. LES ELEMENTS DE CLASSIFICATION DES BIOCLIMATS

### 2.1. Les critères climatiques

Les critères climatiques utilisés dans une description et une classification des types de climats ne sont pas des variables indépendantes. Il existe entre eux des relations plus ou moins complexes. Les nombreuses classifications proposées sont le plus souvent basées sur le calcul d'un *indice climatique* tenant compte de variables telles que la pluviosité, les températures, l'évapotranspiration potentielle (ETP), etc... Ces indices combinent les données météorologiques disponibles suivant l'échelle de travail et ils n'ont de valeur que dans la mesure où ils répondent à des objectifs précis.

Classiquement, la classification bioclimatique de L. EMBERGER, utilisée dans la région méditerranéenne, repose sur « les caractères climatiques qui influencent le plus fortement la vie végétale » (EMBERGER, 1955). Les bioclimats sont définis par un climagramme pluviothermique (EMBERGER, 1930, 1955) où le quotient pluviothermique  $Q_2$  figure en ordonnée et la moyenne des minima des mois le plus froid  $m$  en abscisse. Les stations se placent les unes par rapport aux autres en fonction de la sécheresse globale et de la rigueur de la saison froide. Sur ce climagramme, « les limites ont été tracées là où un changement net de végétation a été observé » (EMBERGER, 1955), les divers climats  $y$  sont délimités à l'aide de critères biologiques.

Pour notre part, il s'agit aussi de rendre compte le mieux possible du comportement de la végétation naturelle et des cultures vis-à-vis des facteurs climatiques et de mettre ainsi en évidence « les zones homoclimatiques où les conditions climatiques de croissance et de production végétale soient sensiblement identiques ». (LE HOUEROU, 1975). Ces zones homoclimatiques ont été définies sur la base de *critères climatiques simples*.

Depuis plusieurs années (LE HOUEROU, 1969) nous utilisons :

$P$  = pluviosité moyenne annuelle ;

$m$  = moyenne des minima du mois le plus froid.

Nous nous proposons d'en ajouter ici un troisième :

$M'$  = moyenne des maxima du mois le plus froid ;



Si l'importance des deux premiers critères vis-à-vis de la vie végétale n'est plus à démontrer, nous aurons cependant à montrer leur intérêt dans le cadre particulier de notre région. Le troisième critère, étant une innovation, fera l'objet d'un plus long développement.

Les limites des zones homoclimatiques correspondent, à des *seuils climatiques remarquables*.

Ces seuils ont été mis en évidence par une étude du comportement de la végétation vis-à-vis des facteurs climatiques définis : établissement des groupes écologiques en fonction de la pluviosité et en fonction des températures hivernales. Les données climatiques utilisées sont essentiellement celles de SELTZER, (1946) ; nous les avons complétées par celles proposées par DUBIEF, (1963) et celles de BAGNOULS et GAUSSEN, (1958) lorsque cela a été nécessaire. Ces données sont consignées dans le tableau n° 1 en annexe.

#### 21.1. $P =$ Pluviosité moyenne annuelle

Pour la région étudiée  $P$  joue un rôle prépondérant dans la définition de la sécheresse globale du climat. LE HOUEROU, (1969) et CELLES, (1974), étudiant des régions climatiquement très voisines (Tunisie steppique et confins saharo-constantinois) constatent que le remplacement de  $Q_2$  par  $P/10$  dans un climagramme pluviothermique n'apporte pas de modifications importantes dans la position relative des stations. Cette prépondérance de  $P$  est due à la situation thermique particulière de ces régions et surtout à la façon dont cette situation est traduite dans le calcul du  $Q_2$ .

— D'une part la valeur  $M + \frac{m}{2}$  du fait de son expression en degrés

Kelvin varie peu ; STEWART (1969) l'assimile à une constante  $k = 3,43$   
 $(Q_3 = 3,43 \frac{P}{M - m})$ .

— D'autre part l'amplitude thermique moyenne ( $M - m$ ) est elle-même remarquablement constante et très voisine de 34,6 (LE HOUEROU, CLAUDIN et HAYWOOD, 1975).

Ainsi, pour les régions étudiées  $P$  rend compte aussi bien que  $Q_2$  de la sécheresse globale du climat.

De plus, bien que  $P$  soit une moyenne et qu'en tant que telle, reflète mal la situation hydrique réelle, cette donnée peut être reliée à divers paramètres climatiques ou bioclimatiques qui rendent mieux compte des possibilités de croissance et de développement, on note ainsi :

— Une corrélation entre  $P$  et le nombre de jours de pluies (LE HOUEROU et HOSTE 1977). Le calcul porte sur 141 stations nord-africaines ; le coefficient de corrélation  $r = 0,79$ .

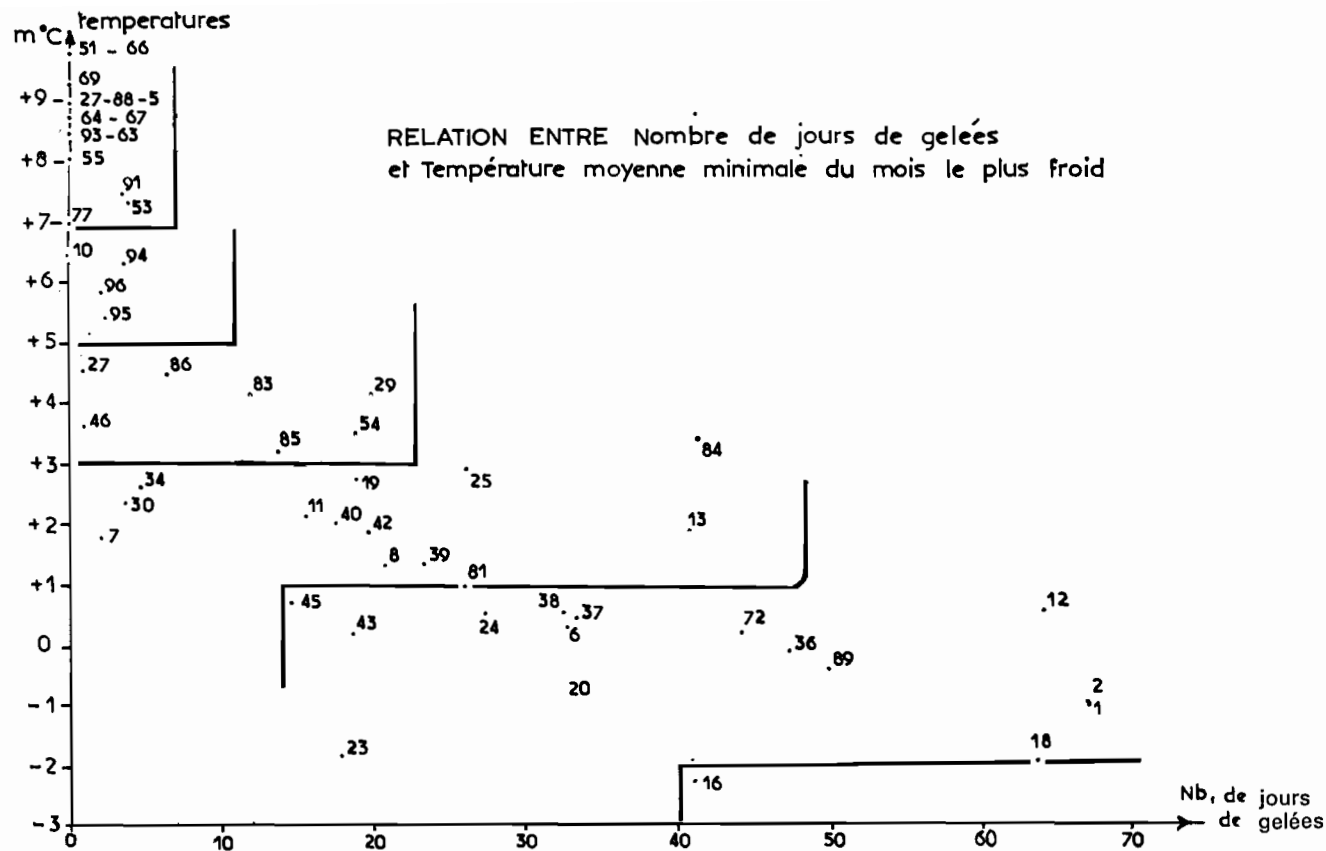


Fig. 1.

- Une corrélation négative entre *la moyenne* et *l'écart-type* des *précipitations annuelles* (op. cit.) - le coefficient de corrélation  $r = 0,73$ . Ce calcul, établi sur 110 stations nord-africaines, traduit une caractéristique commune des précipitations méditerranéennes à savoir que leur variabilité varie en raison inverse des hauteurs moyennes.
- Une corrélation négative entre *P* et *ETP* (op. cit.) ; Calcul effectué sur 128 stations nord-africaines où  $r = 0,75$ .
- Dans un contexte géomorphologique et pédologique donné, *P* reste l'élément déterminant du bilan hydrique donc du développement végétal. C'est ce qu'on montré récemment LE HOUEROU et HOSTE (1977), en mettant en évidence une corrélation étroite entre *P* et *la production des pâturages en zone méditerranéenne*.

En définitive, le choix de *P* comme critère le plus important de la classification apparaît nettement. De plus, dans le cadre de la région étudiée, *P* est la variable climatique sur laquelle on possède le plus grand nombre de points d'observations (94 stations contre 46 seulement pour les températures).

#### 21.2. *m* = la moyenne des minima du mois le plus froid

EMBERGER a introduit cette variable dès 1930 comme critère de classification car elle exprime « le degré et la durée de la période critique des gelées » (EMBERGER 1970).

Elle rend compte des conditions thermiques limites et, classiquement les auteurs établissent une relation entre *m* et le nombre de jours de gelées par an.

Nous avons vérifié cette relation en l'étudiant sur 57 stations algériennes ; elle est exprimée dans la figure n° 1.

Les stations se répartissent en deux groupes de part et d'autre de la limite  $m = +1$ , soulignant l'importance de ce seuil.

Les limites tracées soulignent les valeurs remarquables de *m* proposés par LE HOUEROU et al (1975) lors de l'étude du Hodna. Ces limites individualisent des groupes de points et on retrouve les relations établies par cet auteur.

	Moyennes (Le HOUEROU 1975)	Extrêmes
$m > 7$	pas de gel sous abri	pas de risque de gelée
$7 > m > 5$	1 à 10 jours de gel	1 à 8 jours de gelée
$5 > m > 3$	10 à 20 jours	1 à 20 jours
$3 > m > +1$	20 à 30 jours	1 à 40 jours
$+1 > m > -2$	30 à 60 jours	15 à 65 jours
$-2 > m$	plus de 60 jours	plus de 40 jours

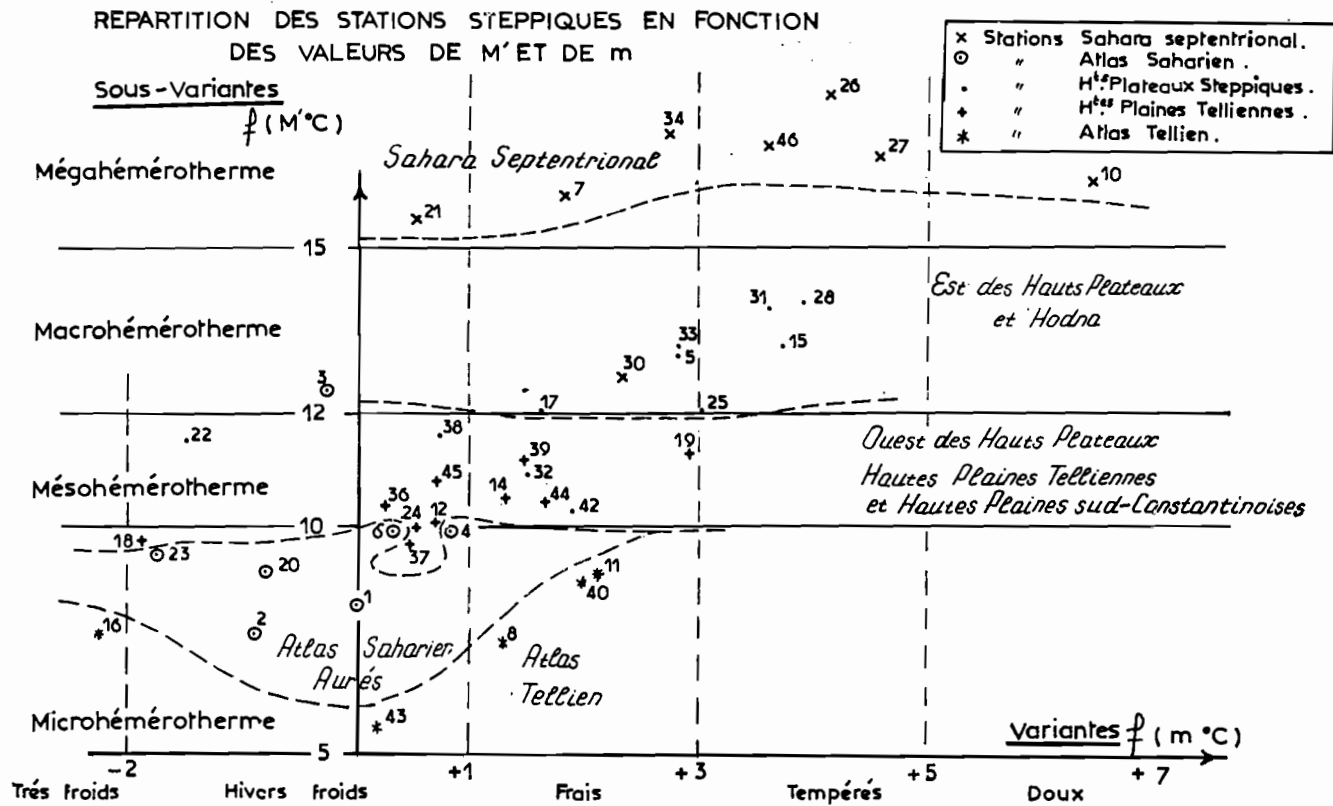


Fig. 2.

Etant donné l'étalement des valeurs à l'intérieur de chaque classe de  $m$ , nous avons proposé une fourchette la plus large possible pour exprimer le risque de gel, plutôt que des valeurs moyennes.

Il est intéressant de souligner que c'est à partir de  $m + 1$  (et non  $m = 0$ ) que les risques de gelées deviennent très importants (LE HOUEROU, 1969, p. 45).

Enfin nous avons calculé la corrélation : elle est significative avec  $r = -0,77$ .

Il faut noter que ces relations n'intéressent pas le sud de l'Atlas saharien ; les gelées y sont rares, malgré les basses températures, en raison de la sécheresse de l'air.

### 21.3. $M'$ = Moyenne des maxima du mois le plus froid

En Tunisie, plusieurs auteurs (LE HOUEROU, 1969, BORTOLI, GOUNOT et JACQUINET, 1969) ont noté l'importance de cette variable.

— soit pour faire intervenir l'amplitude de janvier  $M'$  —  $m$

— soit pour définir une sous-variante d'altitude pour  $M' \leq + 10$

L'étude de la végétation de l'Algérie steppique nous a amené à tenir compte de cette variable dont la valeur varie beaucoup et peut dépasser d'une façon constante  $15^{\circ}\text{C}$  pour toutes les stations situées en piedmont Sud de l'Atlas saharien ou sur la frange nord-saharienne et ce quelque soit la valeur  $m$ .

La figure n° 2 montre la répartition des stations steppiques en fonction de  $M'$  et de  $m$ . En fonction de valeurs remarquables de  $M'$ , s'individualisent « des familles régionales » (1).

—  $M' > 15^{\circ}\text{C}$  = Sahara septentrional, piedmont sud de l'Atlas saharien avec des valeurs de  $m$  allant de  $+ 0,5$  à  $6^{\circ}\text{C}$ .

—  $M' = 12^{\circ}\text{C}$  = Coupe en deux blocs des stations steppiques :

● Région sud oranaise et Hautes plaines sud-constantinoises d'une part,

● Région sud-algéroise et plaines du Hodna d'autre part.

$m$  varie de  $-1,9$  à  $+ 4$ .

—  $M' < 10^{\circ}\text{C}$  = Atlas saharien et Atlas tellien.

$m$  y est toujours inférieur à  $+ 3$ .

Ces divisions sont confirmées par l'étude de la répartition de la végétation.

(1) Ces valeurs déterminent des classes — megahémérotherme

— macro «  
— meso «  
— micro «

définies au chap. 3.

L'action des maxima du mois de janvier sur la végétation peut s'expliquer de la façon suivante :

La végétation supporte d'autant mieux des basses températures que celles-ci agissent pendant un temps plus court. Ainsi entre deux stations ayant le même minima nocturne, la station la plus clémente sera celle où le réchauffement diurne sera le plus important.

Ainsi minima et maxima du mois le plus froid rendent compte de deux phénomènes thermiques complémentaires. Ces deux variables restent cependant, pour l'Algérie steppique, relativement indépendantes. L'absence de corrélation entre ces deux variables confirme ce que la végétation souligne : les végétations des régions de Aïn Sefra (3), de Laghouat (30) et de El Kantara (25) sont très proches bien que  $m$  soit très différent dans les trois cas (respectivement  $-0,3$  ;  $2,3$  et  $3,0$ ) ;  $M'$  y est partout supérieur à  $+ 12^{\circ} \text{C}$ .

La figure 3 montre que  $M'$  du mois de janvier varie corrélativement à ETP du même mois calculé par la formule de TURC.

$M'$  et ETP dépendent toutes deux du bilan énergétique. C'est ce que nous montre la figure 4, construite sur le même principe que la figure 2, où on a disposé les stations météorologiques de toute l'Algérie. Les valeurs élevées de  $M'$  janvier ( $>15^{\circ}\text{C}$ ) semblent liées d'une part aux régions à faible nébulosité (Piedmont saharien) recevant une forte quantité d'énergie par unité de surface et d'autre part aux régions qui subissent l'influence adoucissante de la mer (littoral et basses vallées internes à l'Atlas tellien ouvertes sur la mer, Atlas tellien en bordure du littoral).

Les valeurs faibles ( $M' < 10^{\circ}\text{C}$ ) regroupent les stations d'altitude relativement élevée des deux Atlas où la nébulosité est importante en hiver ; ceci confirme les observations faites pour la Tunisie.

Entre ces deux valeurs, les stations s'ordonnent en fonction de l'altitude et de l'éloignement à la mer. On remarquera par exemple, dans l'Atlas tellien, la multitude de situations thermiques diurnes possibles pour une même classe de valeur des minima.

Par l'analyse des données climatiques, nous avons tenté de définir les variables climatiques prises comme critères de classification. De cette étude se dégage un certain nombre de seuils remarquables ; leur importance vis-à-vis de la vie végétale doit être vérifiée. C'est là le but de l'étude des données phytogéographiques.

## 22. Les données phytogéographiques.

Les travaux des botanistes et phytosociologues, concernant l'Algérie steppique sont nombreux : MAIRE, 1925 ; OZENDA et KERAUDREN, 1960 ; BARRY et FAUREL, 1968 ; CELLES, 1974-1975 ; BARRY et CELLES, 1974 ; RODIN et al, 1970 ; LE HOUEROU, CLAUDIN et HAYWOOD, 1975 ; etc... Pour notre part, nous avons effectué des études phytoécologiques avec carto-

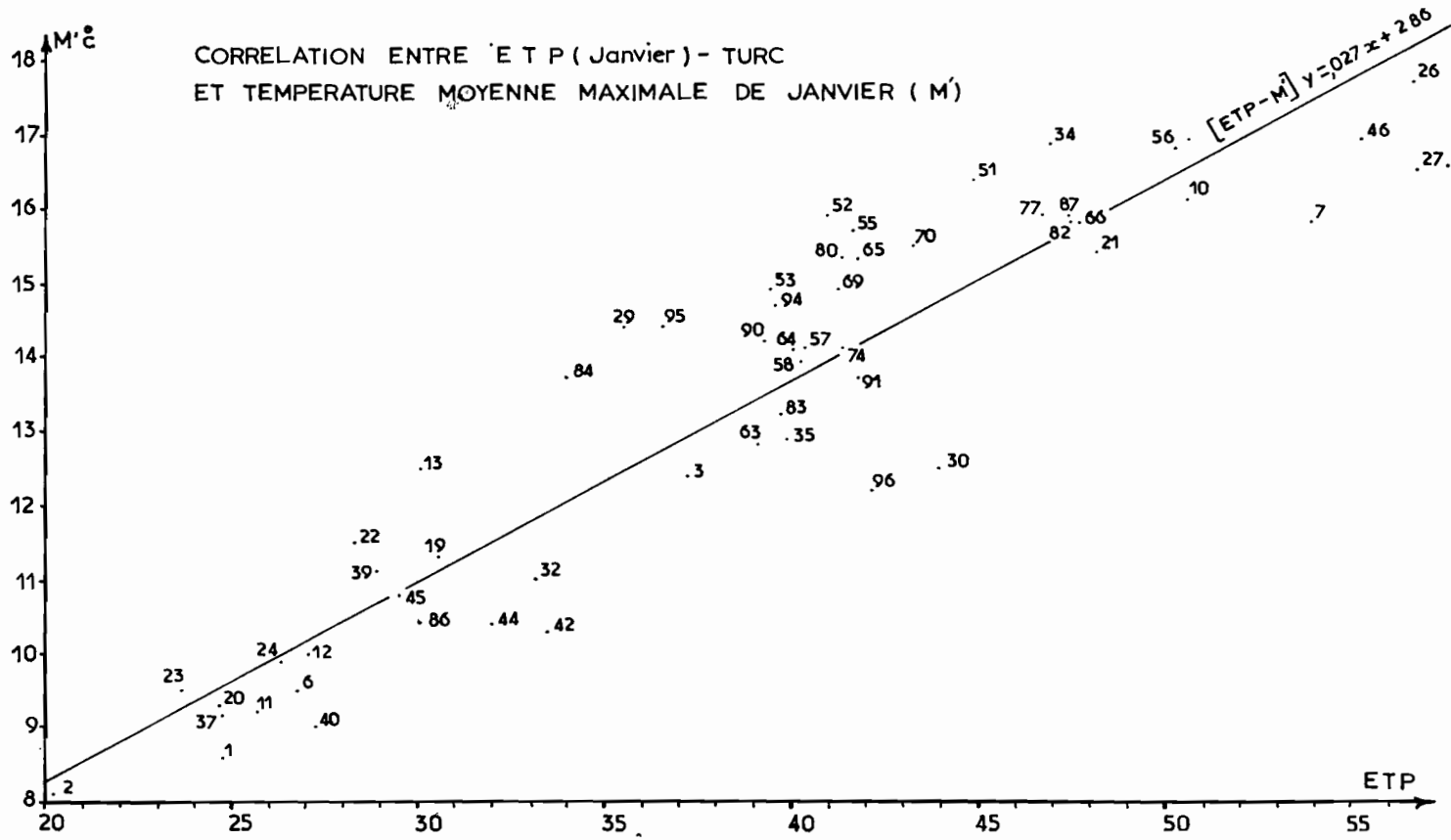


Fig. 3.

REPARTITION DES PRINCIPALES STATIONS ALGERIENNES  
EN FONCTION DE M' ET DE m.

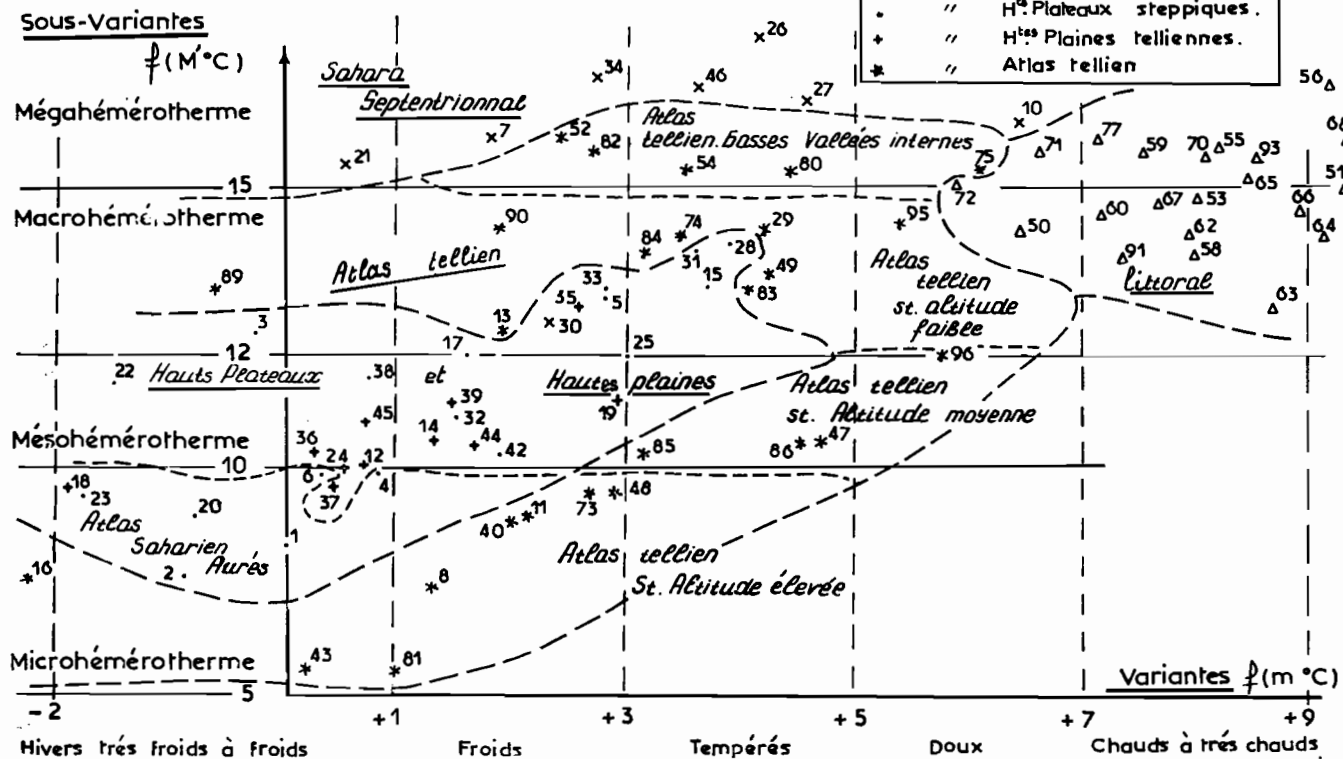


Fig. 4.



graphie à grande et moyenne échelle, intéressant environ 4 millions d'hectares. POUGET et LE HOUEROU, 1971 ; POUGET, 1973 ; BELOUAM, BERAUD-FAVEDE et CLAUDIN, 1973 ; LE HOUEROU, CLAUDIN et HAYWOOD, 1975 ; BERAUD-FAVEDE, CLAUDIN et POUGET, 1975 ; BELOUAM, BERAUD-FAVEDE et CLAUDIN, 1975.

Les données phytogéographiques proviennent de l'ensemble de ces travaux ainsi que de ceux effectués en régions limitrophes : Maroc oriental (LOISEAU et SEBILLOTTE, 1972) et Tunisie steppique (LE HOUEROU 1959 et 1969). Cette étude a été étendue à l'ensemble de l'Algérie steppique par une prospection le long d'itinéraires passant autant que possible par des stations météorologiques de référence et recoupant les principales zones climatiques.

L'ensemble de ces observations nous a permis d'établir des *groupes écologiques pluviométriques et thermiques*. Il est évident que ces classes ont une signification non seulement biogéographique mais aussi agronomique voire pédologique.

## 22. 1. Groupes climatiques en fonction de la pluviosité

1 — P > 600 mm

<i>Acer monspessulanum</i> - F (1)	<i>Agrimonia eupatoria</i> - F
<i>Amelanchier ovalis</i> - F	<i>Anacyclus pyrethrum</i> - P
<i>Anchusa undulata</i> - P	<i>Anthoxanthum odoratum</i> - P - F
<i>Armeria plantaginea</i> - F	<i>Asplenium adiantum nigrum</i> - F
<i>Asphodeline lutea</i> - P - C	<i>Avena macrostachya</i> - R
<i>Berberis hispanica</i> - F	<i>Bromus erectus</i> - R
<i>Bupleurum atlanticum</i> - F	» <i>squarrosus</i> - P
<i>Campanula rotundifolia</i> - F	<i>Carduus nutans</i> - P
» <i>rapunculus</i> - F	<i>Carum montanum</i> - F
<i>Catananche montana</i> - P	<i>Caucalis bifrons</i> - F
<i>Centaurea pullata</i> - C - P	<i>Cedrus atlantica</i> - F
<i>Cotoneaster racemiflora</i> - F	<i>Crupina vulgaris</i> - P
<i>Cytisus balansae</i> - P	<i>Dianthus balbisii</i> - P
<i>Elychrysum lacteum</i> - F - P	<i>Ephedra major</i> - F
<i>Euphorbia luteola</i> - P	<i>Festuca algeriensis</i> - P
<i>Fraxinus xanthoxyloides</i> - F	» <i>aurasiaca</i> - P
<i>Galium lucidum</i> - C - P	» <i>ovina</i> - P
» <i>molugo</i> - C - P	<i>Geranium rotundifolium</i> - F
» <i>aparine</i> - P	» <i>lucidum</i> - F

F = Forêts et matorrals ; S = Steppes ; C = Cultures ; P = Pelouses ; R = Prairies.

- Geum urbanum* - P - F  
*Hieracium pseudopilosella* - P  
*Ilex aquifolium* - F  
*Jasione humilis* - P  
*Juniperus communis* - F  
*Koeleria splendens* - P  
*Lamium longiflorum* - F  
*Lathyrus tingitanus* - F  
*Medicago lupulina* - P  
*Myosotis collina* - F  
*Oryzopsis paradoxa* - P - F  
*Pbleum phleoides* - P  
*Poa compressa* - P  
*Rhamnus alpina* - F  
*Ruscus aculeatus* - F  
*Rumex tuberosus* - F  
*Ranunculus montanus* - F  
*Saponaria glutinosa* - P  
     » *sicula* - F  
*Saxifrage veronicifolia* - P  
*Scandix stellatum* - F  
*Scorzonera pygmaea* - F  
*Specularia falcata* - F  
*Tragopogon crocifolius* - F - P  
*Taxus baccata* - F  
*Vicia glauca* - P - F  
     » *onobrychioides* - C - P  
*Veronica rosea* - P - F  
*Viola munbyana* - F  
     » *tricolor* - P

2.  $P > 400$  mm

- Anchusa azurea* - C  
*Asphodelus fistulosus* - P - C  
*Brachypodium phoenicoides* - P - R  
*Calycotone spinosa* - F  
*Hedysarum perralderianum* - F - P  
*Hordeum nodosum* - P  
     » *bulbosum* - P  
*Inula montana* - F - P  
*Knautia arvensis* - F - P  
*Lactuca muralis* - F  
     » *viminea* - F  
*Leontodon balansae* - F - P  
*Melandrium album* - F  
*Ononis fruticosa* - F - P  
*Phlomis herba-venti* - P  
*Potentilla hispanica* - F  
     » *recta* - P  
*Rosa canina* - F - P  
     » *montana* - F - P  
     » *sicula* - P  
*Sambucus ebulus* - F  
*Satureja granatensis* - F  
     » *vulgaris* - F - P  
*Scabiosa crenata* - P  
*Senecio nebrodensis* - F  
*Silene atlantica* - F  
*Staebelina dubia* - F  
*Trisetaria flavescens* - P  
*Trifolium ligusticum* - P - F  
     » *ochroleucum* - P - F  
     » *gemellum* - P - F  
*Ampelodesmos mauritanicum* - F  
*Arrhenatherum elatius* - P  
*Carduncellus choulettianus* - C  
*Carex halleriana* - F - P  
*Centaurea incana* - F - P

- Clematis flammula* - F  
*Colutea arborescens* - F  
*Cratagus laciniata* - F - P - C  
   » *monogyna* - F  
*Echium italicum* - C - P  
*Erodium ciconium* - C - P  
   » *bipinnatum* - C - P  
*Galium mollugo* - C - P  
*Geranium robertianum* - F  
*Haplophyllum linifolium* - F  
*Hedysarum pallidum* - F - P  
*Hippomaratum libanotis* - C - P  
*Linaria heterophylla* - C - P  
*Malope malachoides* - C - P  
*Ornithogalum umbellatum* - P - C  
*Phalaris truncata* - C - P  
   » *bulbosa* - C - P  
*Plantago major* - R  
*Quercus ilex* - F  
   » *coccifera* - F  
*Thlaspi perfoliatum* - F - P  
*Teucrium chamaedrys* - F - P  
  
*Cirsium acarna* - C - P  
   » *echinatum* - P - C  
*Cistus villosus* - F  
*Cynosurus elegans* - F  
*Elychrysum italicum* - F - P  
*Eryngium triquetrum* - C  
*Genista cinerea* - F  
   » *ferox* - F  
   » *tricuspidata* - F  
   » *quadriflora* - F  
*Helianthemum croceum* - F - P  
*Lolium perenne* - P  
*Lonicera etrusca* - F  
*Medicago secundiflora* - P - C  
*Oryzopsis coerulescens* - F - P  
*Pistacia lentiscus* - F  
   » *terebinthus* - F  
  
*Seseli varium* - F - P  
*Silene cucubalus* - C - P  
   » *italica* - P  
*Ulmus campestris subsp procera* - F

3.  $P > 300$  mm

- Ajuga iva subs. iva* - P - S - F  
*Alkanna tinctoria* - P - S - C  
*Alyssum alpestre subs serpyllifolium*-  
 F - S  
   » *cochleatum* - F - S  
   » *parvifolium* - F - S - C  
*Avena bromoides* - F - P  
*Beta vulgaris* - C  
*Bupleurum spinosissimum* - S - F - P  
*Caucalis leptophylla* - C - P  
*Carduncellus pinnatus* - F - S - C  
*Cichorium intybus* - C  
*Convolvulus cantabrica* - P - S  
  
*Anthyllis vulneraria* - S - C  
*Anarrbinum fruticosum* - F  
  
*Artemisia atlantica* - F  
*Asperula hirsuta* - F  
*Bunium incrassatum* - C  
*Bupleurum balansae* - F - S  
*Catananche cespitosa* - F - S  
*Catananche coerulea* - F - S  
*Centaurea tenuifolia* - F - P - S  
*Cistus salvifolius* - F  
   » *libanotis* - F

- Coronilla juncea* - F  
 » *minima* - F  
*Cynoglossum cheirifolium* - F - S - C  
*Daphne gnidium* - F  
*Ebenus pinnata* - F  
*Erinacea anthyllis* - F - S  
*Eryngium campestre* - F - S - C  
*Genista microcephala* - F  
*Juniperus oxycedrus* - F  
*Koeleria vallesiana* - P - S  
*Lagurus ovatus* - C - F - S  
*Lithospermum apulum* - S - C  
*Medicago gaetula (tunetana)* - C - F  
*Onobrychis argentea* - F - P - S  
*Phillyrea argustifolia* - F  
*Pinus halepensis* - F  
*Psoralea bituminosa* - F - P  
*Ranunculus gramineus* - S - F  
 » *rectirostris* - S - F  
*Rhamnus alaternus subsp. myrtifolia*  
 - F  
*Ruta montana* - F  
 » *chalepensis* - F  
*Scolymus hispanicus* - C  
 » *maculatus* - C  
*Teucrium pseudochamaepitys* - S - F  
*Thymus ciliatus subsp. coloratus* -  
 P - F - S  
 » *hirtus* - F - P - S  
*Trifolium angustifolium* - S - C  
 » *arvense* - S - C  
*Turgenia latifolia* - C - S  
*Ziziphora hispanica* - F - P - S
- Crucianella patula* - F - S - C  
*Cynara cardunculus* - F - S - C  
*Dianthus caryophyllus* - S  
*Elychrusum stoechas* - F - S  
*Elymus caput medusae* - P - F - C  
*Erinacea anthyllis* - P - F  
*Fumana ericoides*  
*Helianthemum cinereum subsp. rubel-  
 lum* - F - S - P  
*Linum suffruticosum* - F  
*Lonicera implexa* - F  
*Minuartia geniculata* - S - P - F  
 » *campestris* - S - P - F  
*Ormenis africana* - S - P - F  
*Pimpinella tragiium* - F  
*Poa bulbosa* - F - S - P  
*Rhaponticum acaule* - C - F  
*Rosmarinus tournefortii* - F
- Salvia argentea* - F - S - C - P  
*Sideritis incana* - F  
 » *montana* - F - S - P  
*Teucrium compactum* - F  
*Thymus pallidus* - F  
*Thymelea nitida* - F - S  
 » *tartonraira* - F - S  
*Tunica illyrica* - F  
*Verbascum sinuatum* - S - P
4.  $P > 200$  mm  
*Alyssum scutigerum* - F - S  
*Androsace maxima* - S - C  
*Atractylis phaeolepis* - S  
*Buffonia tenuifolia* - S - C

- Astragalus incanus* - F - S  
*Ceratocephalus falcatus* - S - C  
*Ctenopsis pectinella* - S - C  
*Echinaria capitata* - F - S  
*Fumana thymifolia* - F - S  
*Globularia alypum* - F - S  
*Helianthemum hirtum* subsp. *ruficomum* - F - S  
*Helianthemum hirtum* subsp. *ciliatum* - F - S  
*Hertia cheirifolia* - S - C  
*Hippocrepis scabra* - S - F  
*Lappula redowskyi* - S - C  
*Leuzea conifera* - F - S  
*Muscari comosum* - C  
*Olea europaea* f. *oleaster* - F  
*Papaver rhoeas* - C  
*Phagnalon rupestre* - F - S  
*Pituranthos scoparius* - F  
*Rhus tripartitum* - F  
*Sclerocaryopsis spinocarpos* - S - C  
*Valerianella discoidea* - S - C  
 5.  $P < 200$  mm  
*Alyssum macrocalyx* - S  
*Anabasis aretioides* - S  
*Aristida ciliata* - S  
     » *obtusa* - S  
     » *plumosa* - S  
     » *coerulescens* - S  
     » *adsencionis* - S - C  
*Cleome arabica* - S - C  
*Chrysanthemum trifurcatum* - S  
*Echium trigorrhizum* - S - C  
*Ephedra alata* subsp. *alenda* - S  
*Erucaria uncata* - S - C  
*Fagonia microphylla* - S  
     » *glutinosa* - S  
     » *aegyptica* - S - C  
*Celsia ballii* - F  
*Crucianella angustifolia* - S - C  
*Dactylis glomerata* - F - S  
*Ephedra fragilis* - F - S  
     » *altissima* - F - S  
*Helianthemum ellipticum* - F - S  
  
*Hirschfeldia geniculata* - C  
*Juniperus phoenicea* - F (S)  
*Launaea acanthoclada* - F - S  
*Minuartia campestris* - S - C  
*Nonnea micrantha* - S  
*Oryzopsis miliacea* - F - S  
*Periploca loevigata* - F  
*Pinus halepensis* (Rare) - F  
*Rhamnus lycioides* - F  
*Roemeria hybrida* - S - C  
*Scrofularia canina* - F  
  
*Antirrhinum ramosissimum* - S  
*Anvillea radiata* - S  
*Asteriscus graveolens* - S  
*Asphodelus refractus* - S - C  
*Calligonum comosum* - S  
*Catananche arenaria* - S - C  
*Clandanthus arabicus* - S - C  
*Cenchrus ciliaris* - S  
*Cymbopogon schoenanthus* - S  
*Danthonia forskalei*  
*Entirrhinum ramosissimum* - S  
*Erodium arborescens* - S  
*Euphorbia retusa* - S - C  
*Farsetia hamiltonii* - S  
     » *aegyptica* - S - C

<i>Forskalea tenacissima</i> - S	<i>Genista sabarae</i> - S
<i>Gymnocarpus decander</i> - S	<i>Hammada scoparia</i> - S
<i>Ifloga spicata</i> - S - C	» <i>schmittiana</i> - S
<i>Kixya aegyptiaca</i> - S	<i>Launaea quercifolia</i> - S
<i>Limoniastrum guyonianum</i> - S	» <i>arborescens</i> - S
<i>Matthiola longipetala</i> subsp. <i>livida</i> - S - C	
<i>Morettia canescens</i> - S - C	<i>Plantago ciliata</i> - S - C
<i>Pergularia tomentosa</i> - S	<i>Rhantherium suaveolens</i> - S
<i>Salvia aegyptiaca</i> - S - C	<i>Suaeda mollis</i> - S
<i>Waronia sabarae</i> - S	

6.  $100 < P < 400$  - Groupes steppiques de l'étage aride sensu lato

<i>Aizoon hispanicum</i>	<i>Ajuga iva</i> subsp. <i>pseudo-iva</i>
<i>Arthrocnemum glaucum</i>	<i>Artemisia herba alba</i>
<i>Asparagus albus</i>	» <i>campestris</i>
<i>Astragalus armatus</i> subsp. <i>tragacanthoides</i>	
<i>Astragalus caprinus</i> subsp. <i>lanigerus</i>	<i>Brassica tournefortii</i>
» <i>tenuifolius</i>	<i>Carduus getulus</i>
» <i>cruciatus</i>	<i>Convolvulus lineatus</i>
<i>Attractylis flava</i>	<i>Conringia orientalis</i>
» <i>serratuloides</i>	<i>Clypeola cyclodonta</i>
» <i>prolifera</i>	<i>Dianthus crinitus</i>
<i>Delphinium pubescens</i>	<i>Diplotaxis simplex</i>
<i>Didesmus bipinnatus</i>	<i>Echium pycnanthum</i> subs. <i>humile</i>
<i>Enarthrocarpus clavatus</i>	<i>Eruca vesicaria</i>
<i>Erodium triangulare</i>	<i>Eryngium ilicifolium</i>
» <i>guttatum</i>	
<i>Helianthemum hirtum</i> subsp. <i>ruficolum</i>	<i>Herniaria fontanesiti</i>
<i>Hedysarum spinosissimum</i>	» <i>hirsuta</i>
<i>Koeleria pubescens</i> subsp. <i>salzmannii</i>	
<i>Lonchophora capiomontana</i>	<i>Lygeum spartum</i>
<i>Malva aegyptiaca</i>	<i>Matthiola kralickii</i>
<i>Muricaria prostrata</i>	<i>Nasturtiopsis coronopifolius</i>
<i>Notoceras bicornis</i>	<i>Ononis natrix</i> subsp. <i>polyclada</i>

<i>Onopordon arenarium</i>	» <i>reclinata</i>
<i>Plantago ovata</i>	<i>Pteranibus dichotomus</i>
<i>Salsola tetrandra</i>	<i>Silene colorata</i>
<i>Stipa lagascae</i>	<i>Thymelea virgata</i>
» <i>parviflora</i>	» <i>microphylla</i>
» <i>capensis</i>	» <i>hirsuta</i>
» <i>tenacissima</i>	
» <i>fontanesti</i>	

### 22.2 Groupes climatiques en fonction des températures hivernales

$m < + 1$

=  $M' < 10$

<i>Ajuga iva iva</i>	<i>Alkana tinctoria</i>
<i>Alyssum alpestre subsp. serpyllifolium</i>	
<i>Avena bromoides</i>	<i>Artemisia atlantica</i>
<i>Cirsium acaule</i>	<i>Catananche coespitosa</i>
<i>Carduus nutans</i>	<i>Cirsium acarna</i>
<i>Cynara cardunculus</i>	<i>Crucianella patula</i>
<i>Hertia cheirifolia</i>	<i>Erinacea anthyllis</i>
<i>Minuartia montana</i>	<i>Koeleria vallesiana</i>
<i>Ranunculus gramineus</i>	<i>Ormenis africana</i>
<i>Thymelaea tartonraira</i>	<i>Scrofularia canina</i>
<i>Thymelaea nitida</i>	<i>Onobrychis argentea</i>
<i>Ziziphora hispanica</i>	

$m < + 3$

=  $M' < 12$

<i>Alyssum campestre</i>	<i>Anarrhinum fruticosum</i>
» <i>coccheatum</i>	<i>Androsacea maxima</i>
» <i>granatense</i>	<i>Bassia muricata</i>
» <i>scutigerum</i>	<i>Bunium incrassatum</i>
<i>Ammochloa pungens</i>	<i>Bupleurum spinosum</i>
<i>Argyrolobium uniflorum</i>	<i>Astragalus armatus subsp. numidicus</i>
<i>Aristida pungens</i>	» <i>incana subsp. numularioides</i>
<i>Hammada scoparia</i>	<i>Carduncellus choulettianus</i>
<i>Conringia orientalis</i>	<i>Ceratocephalus falcatus</i>

*Echinaria capitata*  
*Genista microcephala*  
*Lapula redowski*  
*Sclerocaryopsis spinocarpus*  
*Salvia argentea patula*  
*Wanguenheima lima*

*Ctenopsis pectinella*  
*Galium ephedroides*  
*Hippocrepis scabra*  
*Matthiola livida*  
*Ononis pusilla*  
*Xeranthemum inapertum*

=  $M' > 12$

*Anthirrhinum ramosissimum*  
*Hammada schmittiana*  
*Cytrullus colocynthis*  
*Echium trigorrhizum*  
*Genista saharae*  
*Helianthemum ellipticum*  
*Limoniastrum guyonianum*  
*Rhus tripartitum*  
*Retama retam*  
*Scrofularia saharae*

*Alyssum macrocalyx*  
*Aristida obtusa*  
*Aristida ciliata*  
*Aristida plumosa*  
*Diploaxis harra*  
*Farsetia aegyptiaca*  
*Gymnocarpus decander*  
*Olea europea*  
*Rhantherium suaveolens*

=  $M' > 15$

*Anvillea radiata*  
*Calligonum comosum*  
*Fagonia longispina*  
*Forskalea tenacissima*  
*Launea arborescens*  
*Neurata procumbens*  
*Plantago akkensis*  
*Randonia africana*  
*Reboudia eruroides*  
*Waronia saharae*  
*Farsetia hamiltonii*

*Anabasis aretioides*  
*Asteriscus graveolens*  
*Ephedra alata subsp. alenda*  
*Fagonia microphylla*  
*Helianthemum hirtum subsp. burge-  
 vinii*  
*Moretia canescens*  
*Pithurantos battandieri*  
*Plantago ciliata*  
*Senecio flavus*  
*Limoniastrum fei*



$m + 3$

$= M' > 12$

*Anabasis articulata*

*Astragalus armatus* subsp. *tragacanthoides*

*Celsia ballii*

*Capparis spinosa*

*Lavendula multifida*

*Periploca laevigata*

*Launea quercifolia*

*Reaumuria vermiculata*

*Withania frutescens*

*Salvia aegyptiaca*

*Zygophyllum cornutum*

$= M' > 15$

*Aristida adscensionis*

*Aristida coerulescens*

*Cymbopogon schoenanthus*

*Cenchrus ciliaris*

*Cleome arabica*

*Danthonia forskalei*

*Erucaria uncata*

*Fagonia latifolia*

*Salvia jaminana*

### 3. LES BIOCLIMATS

#### 3.1. Classification

En fonction des valeurs remarquables de P, m, et M', on peut dresser les tableaux suivants :

##### 3.1.1. Etages bioclimatiques en fonction de P.

P mm	ETAGES BIOCLIMATIQUES MEDITERRANEENS	
800-600	Sub humide	
600-400	Semi-aride	
400-300	Aride	supérieur
300-200		moyen
200-100		inférieur
< 100	Saharien	

3.1.2. Variantes thermiques en fonction de  $m$ 

$m$ en °C	VARIANTES A HIVERS
- 5 à - 2	très froids
- 2 à + 1	froids
+ 1 à + 3	frais
+ 3 à + 5	tempérés
+ 5 à + 7	doux
< + 7	chauds

3.1.3. Sous-variantes en fonction de  $M'$ 

$M'$ en °C	SOUS-VARIANTE
< 10	Microhémérotherme (1)
10 à 12	Mésohémérotherme
12 à 15	Macrohémérotherme
> 15	Mégahémérotherme

On peut combiner les 2 derniers tableaux en indiquant les cas rencontrés et possibles pour l'Algérie.

Var. $m$ °C \ Ss/var. $M'$ °C	< 10	10-12	12-15	> 15	
- 5 à - 2	—				+ stations de la steppe  — stations non steppiques
- 2 à + 1	+	—	—	—	
1 à 3	—	+	+	+	
3 à 5	—	—	+	+	
5 à 7		—	—	+	

(1) Microhémérotherme = température diurne basse, puis moyenne, élevée et très élevée.

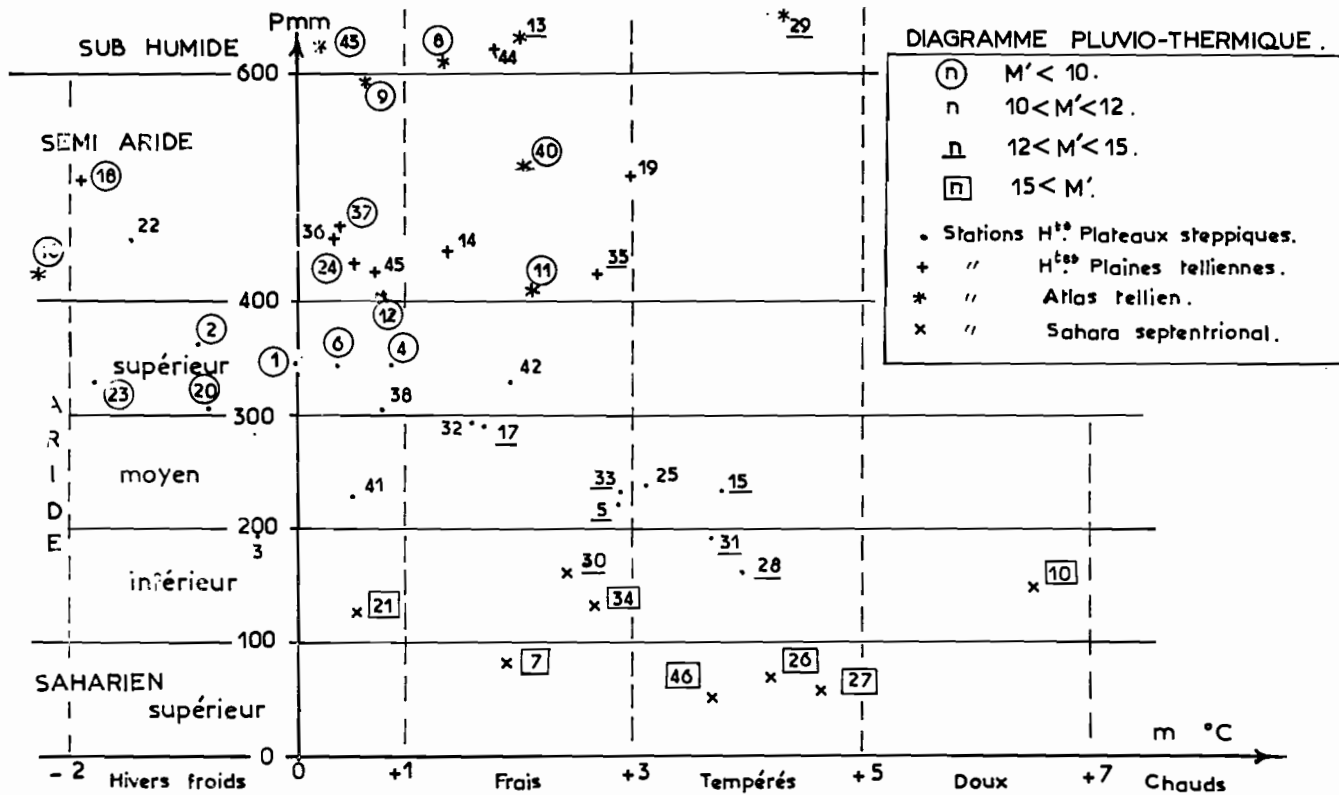


Fig 5.

### 3.2. *Diagramme pluviothermique*

La figure 5 situe les principales stations dans un diagramme pluviothermique où la pluviosité P figure en ordonnée et la moyenne m des minima du mois le plus froid en abscisse ; la moyenne M' des maxima du mois le plus froid est indiquée par un symbole.

## 4. LA CARTE BIOCLIMATIQUE

### 4.1. *Réalisation de la carte*

Ce document a été exécuté en trois temps : tout d'abord une prospection sur le terrain permettant d'accumuler le maximum de points d'observations, puis une comparaison de nos observations avec tous les documents cartographiques disponibles et d'échelle comparable, enfin la cartographie proprement dite.

#### *Prospection de terrain*

Après avoir déterminé les groupes écologiques climatiques à partir des travaux existants, des transects passant par les points de référence (stations météorologiques, régions connues etc...), nous avons procédé par prospection d'itinéraire à une étude de la répartition des principales espèces indicatrices. Nous avons déterminé ainsi, les limites altitudinales des seuils remarquables de P, m et M', sur l'ensemble du territoire et contrôlé les variations de ces limites altitudinales dans les zones où elles étaient susceptibles de variations brutales (opposition de versants, couloirs ventés, ceintures chaudes, bas fonds gélifs, ombre pluviale etc...).

Nous avons obtenu par cette méthode d'une part des valeurs moyennes de variation (gradient altitudinaux de pluviosité et de température) et d'autre part un grand nombre de points d'observations pour les situations particulières.

#### *Comparaison de nos observations avec les documents cartographiques existants.*

Cette phase préliminaire à la cartographie proprement dite a comporté notamment :

— Le report sur fond topographique IGN au 1/1.000.000 des données climatiques et indices bioclimatiques (Q2 et X) des stations météorologiques étudiées par SELTZER, DUBIEF, BAGNOULS et GAUSSEN.

— Réduction et report sur calque au 1/1.000.000 des cartes pluviométriques de GAUSSEN, de CHAUMONT et PAQUIN de SELTZER.

— Report sur fond topographique au 1/1.000.000 des données bioclimatiques contenues dans les études phytoécologiques que nous avons réalisées.

— Etablissement d'une carte pluviothermique (en annexe).

— Etablissement d'une carte au 1/1.000.000 des classes d'altitudes relatives des djebels en pourcentage par rapport à l'altitude de leur piedmont.

Cette carte (dont on trouvera en annexe un exemple simplifié) a été extrêmement précieuse pour la cartographie des zones montagneuses et régions avoisinantes. Elle souligne en effet les principales caractéristiques

du relief (altitude, forme, orientation, agencement dans l'ensemble du massif, importance relative etc...) et permet de comprendre son influence sur les piedmonts et les régions limitrophes.

*Cartographie proprement dite.*

Grâce aux plans préliminaires, le nombre de points connus est relativement important (sur la plupart des itinéraires routiers, pistes carrossables et sentiers sur les djebels). Entre les points d'observations le tracé des seuils de P, m et M' a tenu compte des gradients altitudinaux définis au cours des phases de prospection en fonction de l'influence des reliefs, de l'orientation des vents dominants etc... essayant d'intégrer toutes les situations particulières compatibles avec l'échelle de travail.

Il n'en demeure pas moins que le tracé de ces limites sur une carte au 1/1.000.000 présente néanmoins des aspects nécessairement arbitraires dans la mesure où les variations climatiques sont le plus souvent progressives.

*4.2. Répartition géographique, signification phytoécologique et agronomique des seuils pluviométriques.*

*4.2.1 Les seuils remarquables de la pluviosité*

$$P = 600 \text{ mm.}$$

Cet isohyète correspond en zone de montagnes au passage progressif du système forestier à cèdre de l'atlas au système à chêne vert et pin d'Alep.

Sur le versant Sud de l'Atlas tellien (fig. 6) et des monts des Aurès,  $P \geq 600$  reste accroché aux lignes de crêtes et passe environ à 1700 mm d'altitude. En face Nord, par contre dans les zones battus pas les vents du secteur Nord-Ouest, il descend jusqu'à 1500 m.

Les régions que cet isohyète délimite connaissent des conditions de milieux, en particulier du point de vue approvisionnement en eau, bien différents de celles qui règnent sur l'ensemble de la zone steppique. Les zones de hautes montagnes sont le plus souvent au-dessus du plafond nuageux et le nombre de jours brouillard y est élevé. Le long enneigement (1 à 2 mois) qui contribue aussi au bilan hydrique, n'y est possible que du fait de conditions hivernales sévères : m y est partout inférieur à  $-2^{\circ}\text{C}$ .

Ainsi, dans ces régions, cet isohyète marque la limite inférieure des cultures fourragées d'été telles que maïs, sorgho, millet.

$$P = 400 \text{ mm.}$$

Il correspond sensiblement à la limite géographique que représente le piedmont méridional de l'Atlas tellien. Il ne s'en dégage que dans la région du Sersou, dessinant une large boucle autour du Dj. Nador. La limite altitudinale (fig. n° 6) décroît d'Ouest en Est par paliers : de 1400 m dans le Sud-oranais elle passe à 1200 m dans le Sersou puis à 1000 m dans le Hodna. Elle décroît ensuite régulièrement de 1000 à 800 m dans l'Algérie orientale.

REPARTITION ALTITUDINALE DES ISOHYETES ET DES ISOTHERMES .

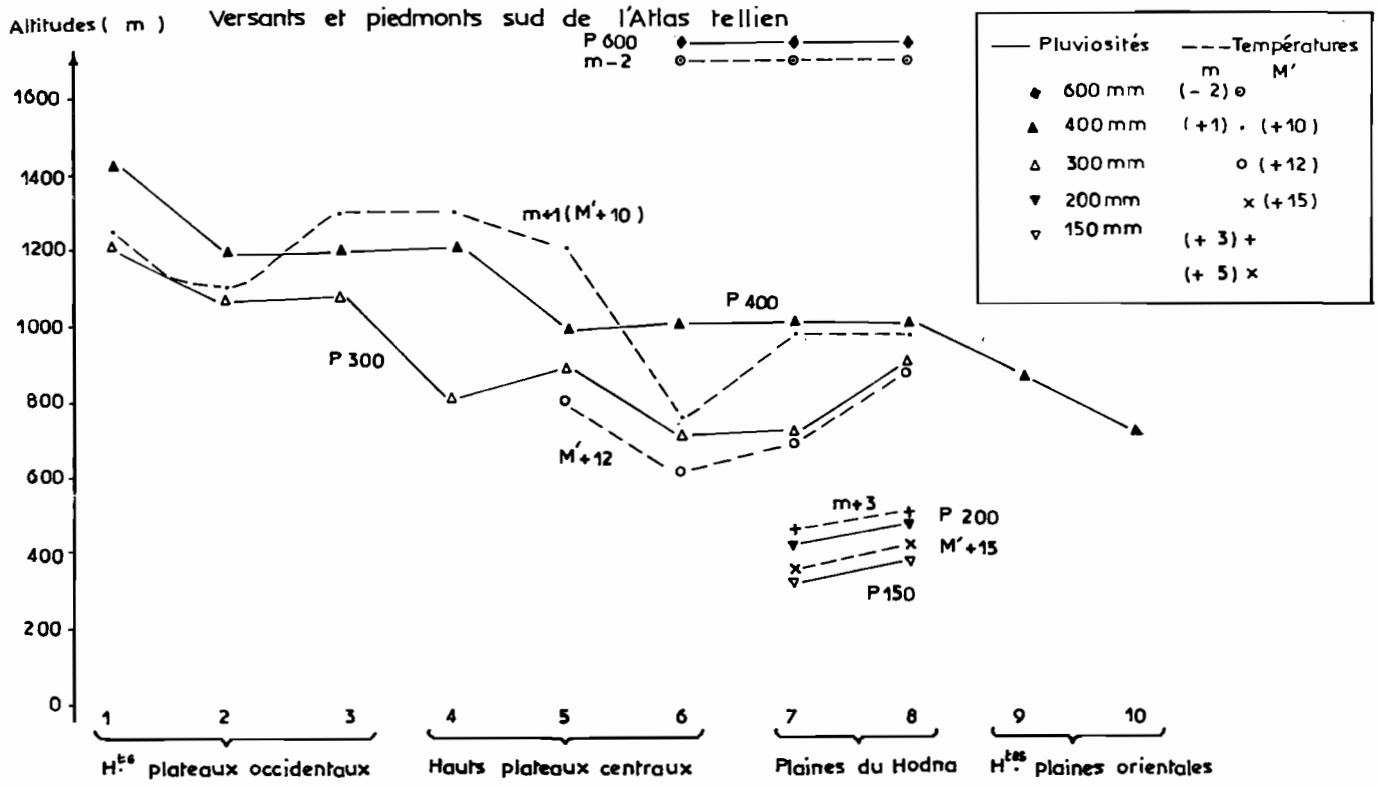


Fig. 6 (voir complément de légende page 74).

# REPARTITION ALTITUDINALE DES ISOHYETES ET DES ISOTHERMES.

versants et piedmonts nord de l'Atlas saharien

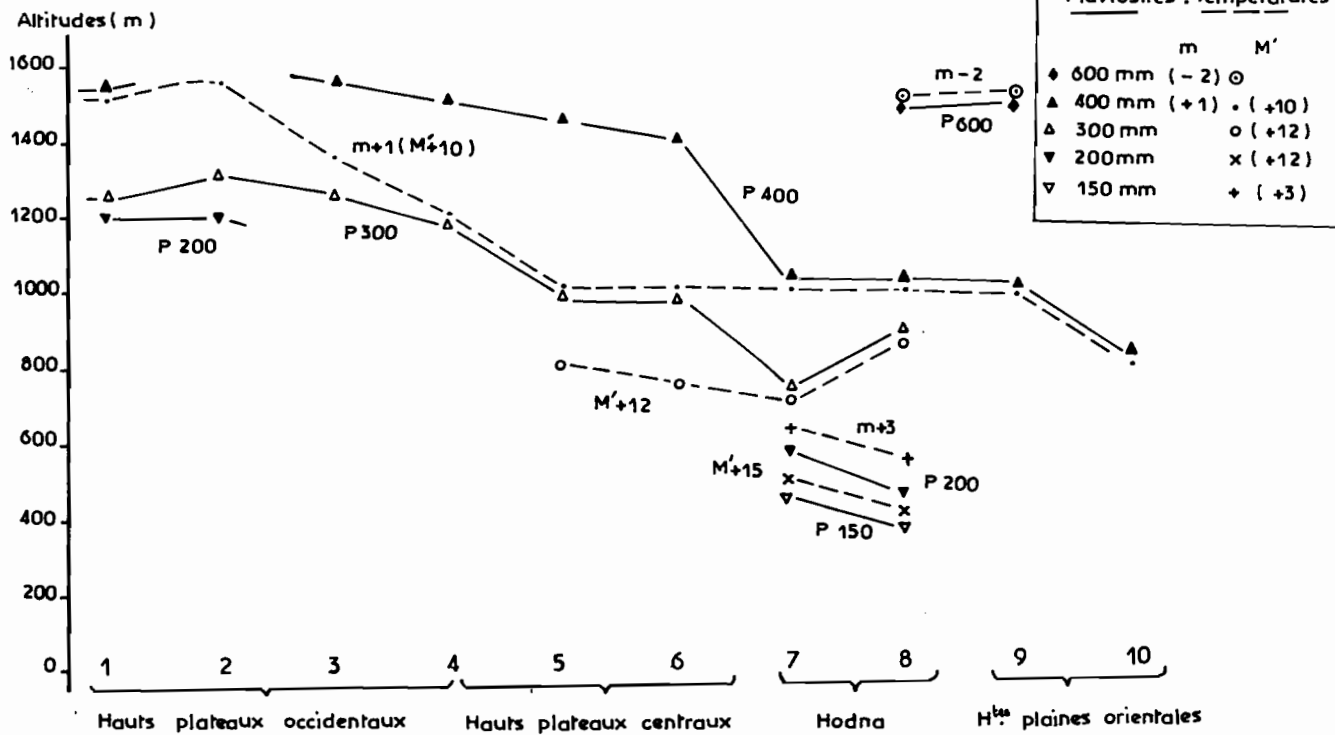


Fig. 7 (voir complément de légende page 74).

REPARTITION ALTITUDINALE DES ISOHYETES ET DES ISOTHERMES

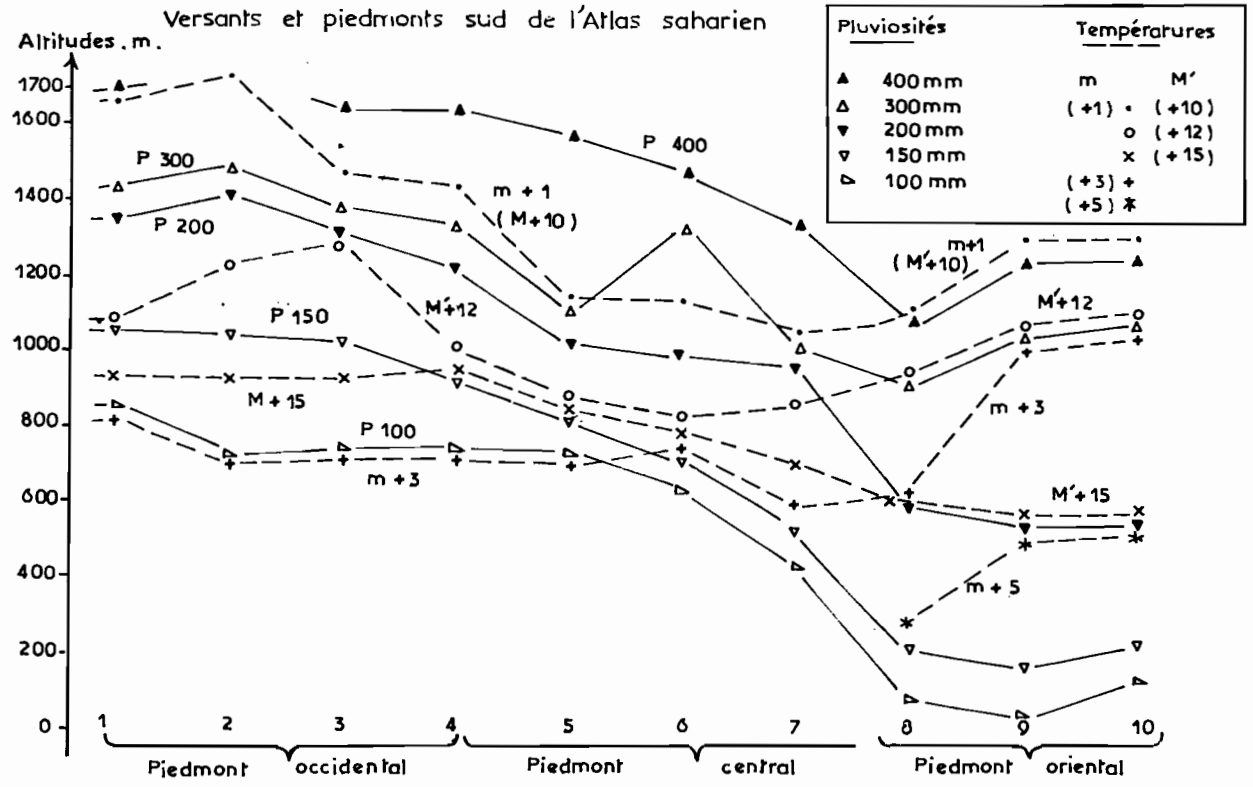
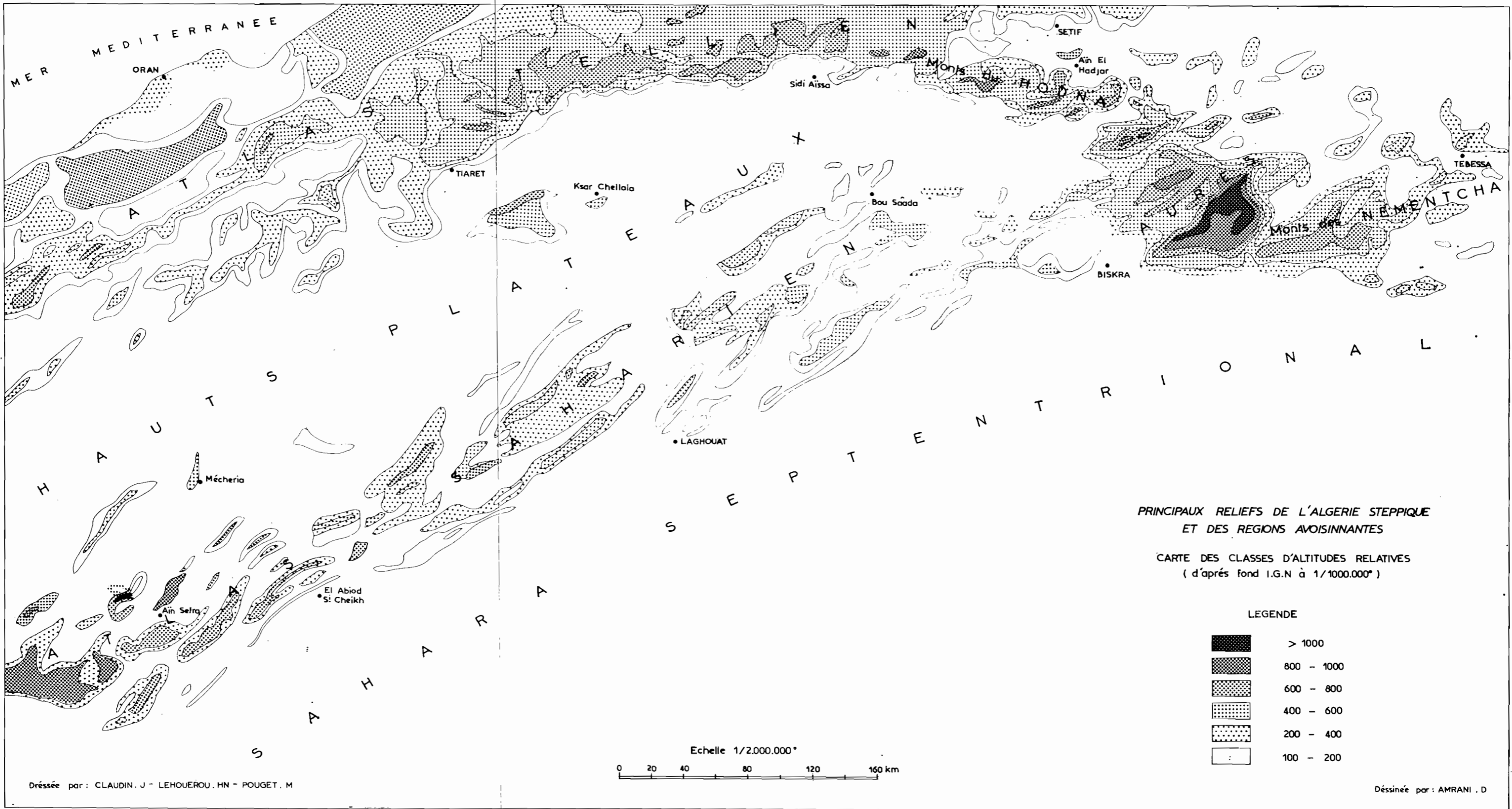


Fig. 8 (voir complément de légende page 74).



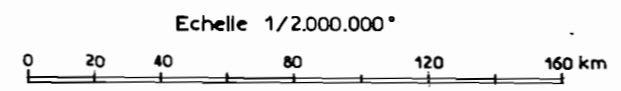


PRINCIPAUX RELIEFS DE L'ALGERIE STEPPIQUE  
ET DES REGIONS AVOISINNANTES

CARTE DES CLASSES D'ALTITUDES RELATIVES  
( d'après fond I.G.N à 1/1000.000° )

LEGENDE

	> 1000
	800 - 1000
	600 - 800
	400 - 600
	200 - 400
	100 - 200



Dréssée par : CLAUDIN . J - LEHOUEIROU . HN - POUGET . M

Déssinée par : AMRANI . D

On retrouve cette limite dans l'Atlas saharien ; elle y entoure les plus hauts sommets. En versant Nord (fig. 7),  $P = 400$  décroît régulièrement d'Ouest en Est, passant de 1600 m à 1000 m, à l'exception de la région Sud du Chott el Hodna où la raideur de flancs du Dj. Fernane crée un gradient altitudinal particulièrement élevé. En versant Sud (fig. 8)  $P = 400$  passe à haute altitude : 1700 m dans la zone occidentale, 1400 m dans la zone orientale, la plupart du temps en sommet de crête (comme  $P = 600$  dans le Tell). La brusque chute altimétrique de 400 m que l'on peut observer est due à la position un peu particulière de l'extrémité Ouest des Aurés, du Dj. Mahmel au Belezma ; situés entre les monts du Hodna et les Aurés proprement dits, ces reliefs ne sont pas ouverts sur le piedmont saharien.

L'isohyète 400 mm est pour notre région une limite fondamentale du point de vue agronomique. C'est la limite méridionale des cultures régulières et productives de blé en sec. De plus en deçà de cette limite, il est très difficile et pratiquement impossible, à grande échelle, d'envisager des pâturages artificiels par semis.

En phytoécologie, il marque la limite de l'extension septentrionale de formations steppiques actuelles. Localement, il correspond aussi à la disparition du chêne vert dans les formations forestières. En dessous de cet isohyète dans la plupart des formations végétales, ce sont les espèces xérophiles qui dominent.

Du point de vue pédologique, il est bien connu que les sols de type fersiallitique (sols rouges méditerranéens) et les vertisols lithomorphes (sur les collines marneuses par exemple) ne se rencontrent pratiquement pas en dessous de  $P = 400$ . Par contre les croûtes calcaires y prennent une extension considérable.

$P = 300 \text{ mm}$

Pratiquement  $P = 300$  marque (sauf rares exceptions) la disparition vers le Sud des formations forestières à pin d'Alep, des matorrals issus de leur dégradation et des espèces campagnes forestières dans les steppes.

Sur la bordure méridionale de l'Atlas tellien, (fig. 6) on note son altitude décroissante, passant de 1200 m - 1300 m dans le Sud-oranais à 700 m environ dans la région de Chott el Hodna. Il faut souligner les cas particuliers du plateau du Sersou et des glaciers qui descendent des monts du Hodna.

Dans l'Atlas saharien  $P = 300$  est une limite particulièrement importante. En effet elle permet de distinguer :

- Un Atlas saharien occidental, situé à l'Ouest d'El Bayad, avec une série de djebels plus ou moins isolés les uns des autres - leur pluviosité est supérieure à 300 mm alors que celle des piedmonts et des plaines avoisinantes reste inférieure à cette valeur.

L'isohyète 300 mm passe à 1400 - 1200 m d'altitude en versant Nord et 1600 - 1400 mm en face Sud (fig. 7 et 8).

— *Un Atlas saharien oriental*, ensemble beaucoup plus continu, ceinturé dans sa presque totalité par P 300.

En versant Sud, P 300 décroît d'Ouest en Est jusqu'au Hodna où il se situe à 1000 m environ (fig. 8), au-delà, on le retrouve assez haut (vers 1100 - 1200 m) sur le versant des Aurès, au pied des Nememcha puis il remonte vers le Nord en direction du Dj. Bou Djellal puis de Kasserine en Tunisie où il trace la limite entre hautes et basses steppes.

Nous avons souligné plus haut l'importance du point de vue phytécologique de l'isohyète 300 mm. Elle a une conséquence essentielle pour la mise en valeur forestière de ce pays P 300 marque la limite des zones où les espèces végétales utilisées traditionnellement pour les reboisements (comme le Pin d'Alep) ont de réelles chances de reprises.

Dans le domaine agronomique, les rendements des cultures céréalières déjà faibles et aléatoires au-dessous d'une pluviosité de 350-400 mm deviennent à 300 mm extrêmement faibles et souvent quasi négligeables sans un appoint en eau de ruissellement.

Enfin du point de vue pédologique, il faut souligner l'extension des plages de salure sur les glacis encroûtés du Quaternaire ancien et moyen entre les isohyètes 200 et 300 mm (POUGET, 1973).

*P = 200 mm :*

En dehors de la région d'Ain Sefra et de la zone centrale du Bassin du Hodna, cet isohyète ne franchit pas l'Atlas saharien.

Il en suit étroitement le piedmont Sud. Dans le centre et le Sud du Hodna il délimite une enclave isolée des piedmonts sahariens par les monts du Zab. Puis des Nememcha il redescend vers le Sud en direction des Matmata.

Dans la partie orientale du piedmont saharien P200 passe à une altitude moyenne de 500 m (fig. 8). Dans la partie occidentale, par contre, on le rencontre à une altitude de 1200-1250 m, s'infiltrant assez profondément entre les îlots montagneux. Sur les versants, il peut s'élever jusqu'à 1500 m et parfois plus.

Cette limite de 200 mm est très nettement marquée dans le paysage :

— Diminution du couvert végétal.

— Augmentation du nombre et de la surface des champs de dunes et des couvertures sableuses.

— Apparition de nombreuses espèces psammophiles pré-sahariennes (*Hammada schmittiana*, *Rhantherium suaveolens adpressum*, *Traganum nudatum* etc... CELLES, 1975).

— Enfin les steppes à Remt (*Hammada scoparia*) deviennent très fréquentes et souvent dominant sur les sols plus ou moins limoneux.

Du point de vue agronomique, ces modifications ont des conséquences très lourdes. Sur les sols non sableux, elle se traduit par une chute brutale de potentialités pastorales : les parcours y sont composés en grande majorité

d'espèces non appetées et les ressources fourragères sont limitées aux espèces annuelles qui sont elles-mêmes totalement dépendantes des précipitations. Seules les zones sableuses présentent des ressources fourragères suffisantes mais particulièrement sensibles au surpâturage (érosion éolienne).

$$P = 100 \text{ mm.}$$

Cet isohyète coïncide avec un certain nombre de phénomènes biologiques et physiques qui montrent une modification majeure des conditions de milieu ; c'est la limite Nord du Sahara ou encore :

— Limite Sud de l'extension de l'alfa (LE HOUEROU, 1959).

— Limite septentrionale de la culture rentable du palmier-dattier (CAPOT-REY, 1952, LE HOUEROU, 1959).

— Généralisation du modelé de type saharien (reg, hammada, erg) et prévalence de l'érosion éolienne.

— Le cortège floristique est essentiellement composé d'espèces saharo-sindiennes (LE HOUEROU, 1959).

— La végétation tend à être disposée sur un mode contracté sur les regs et sols squeletiques, tandis qu'elle est toujours disposée sur un mode diffus dans la zone aride ( $> 100 \text{ mm}$ ).

Cet isohyète est donc, à peu près unanimement, considéré aujourd'hui comme la limite entre la steppe et le désert. Sur la Hammada du Guir et le Plateau des Daya P 100 court parallèlement à l'Atlas saharien à l'altitude sensiblement constante de 700-800 m (fig. 8). Au niveau de la dépression de l'Oued Rhir, il se rapproche fortement des monts du Zab et des Nememcha pour contourner par le Nord, à la faible altitude de 100-150 m, les Chotts Melhir et Djerid.

Nous avons indiqué pour mémoire l'isohyète 150 mm. Son intérêt, à nos yeux, est de correspondre sensiblement à la limite géographique de l'Atlas saharien (flexure Sud-Atlasique). De plus, il souligne le rôle d'écran aux perturbations Nord-Ouest que joue l'Atlas saharien. Ce rôle, très important sur le piedmont occidental, s'atténue à l'Est du Dj. Amour, puis redevient primordial au Dj. Bouka et le long des monts du Zab. Les Aurès prennent ensuite le relais. Enfin dans la région du Hodna P = 150 ceinture la partie centrale c'est-à-dire le Chott lui-même de M'Doukal à Bani.

#### 4.2.2. Les seuils thermiques remarquables

##### 4.2.2.1. Minima du mois le plus froid

$$m = \dots 2^{\circ} \text{ C}$$

Cette valeur marque, avec l'isohyète 600 mm la limite inférieure de la cédraie. Les régions qu'elle ceinture correspondent aux plus hauts sommets des Monts du Hodna, des Aurès et Belezma.

$$m = + 1^{\circ} \text{ C.}$$

Ce seuil thermique, nous l'avons souligné dans la figure 1, sépare les stations en deux groupes : celui où les risques de gelées sont élevés

et celui où le froid hivernal ne joue pas un rôle capital. Classiquement, on le considère comme la limite supérieure des espèces qui ne peuvent pas supporter des hivers rigoureux tel que l'olivier, le caroubier ou le cactus.

De plus, nous verrons lors de l'étude des seuils des maxima du mois le plus froid que cette limite se superpose, pour la quasi totalité de notre région, avec l'isotherme  $M' + 10^{\circ}$  C (limite des régions à très faible réchauffement diurne hivernal). D'où son importance pour les projets de mise en valeur agronomique.

En bordure Sud de la partie centrale de l'Atlas tellien (fig. 6)  $m + 1$  suit l'isohyète 400 mm (versants des monts du Hodna). Puis, après avoir souligné le couloir de pénétration des masses d'air froides en provenance des Bibans au niveau de Sidi Aissa, cette limite s'élève brusquement à 1400 m d'altitude sur les versants Sud des monts de l'Ouarsenis et du Titteri. Dans l'Ouest du pays,  $m + 1$  pénètre largement sur les hauts plateaux jusqu'à l'isohyète 300 mm et rejoint les régions froides du Maroc oriental. Dans l'Algérie steppique orientale,  $m + 1$  circonscrit complètement les hautes plaines sud-sétifiennes et sud-constantinoises. Le seuil thermique de Ras El Aouin entre le Hodna et le Sétifois est extrêmement net. On le remarque aussi à l'entrée des vallées qui descendent des monts du Hodna.

Dans l'Atlas saharien  $m + 1$  renforce la division faite par P 300.

— La partie orientale, depuis les monts des Ouled Nails jusqu'au Dj. Amour, forme le noyau à hivers froids de l'Atlas saharien.  $m + 1$  y suit pratiquement P 300 sauf à l'Ouest d'El Bayad où ce dernier s'étend plus largement. On remarquera « l'accident » du Dj. Boukail où  $m + 1$  est repoussé en versant Sud jusqu'à la ligne de crête.

— La partie occidentale où  $m + 1$  ne se développe que sur les versants Nord des Djebels et sur les plus hauts sommets ; le morcèlement du massif favorise la pénétration des masses d'air chaud du Sud et provoque une remontée altitudinale importante des isothermes ;  $m + 1$  passe à 1500 - 1600 m en versant Nord et 1700 et plus en face Sud rejoignant ainsi P 400 (fig. 7 et 8).

$m = + 3^{\circ}$  C

Du point de vue phytoécologique, cet isotherme correspond à la limite inférieure de nombreuses espèces liées aux hivers frais. Dans la partie orientale de l'Algérie et en Tunisie, du fait de sa superposition avec l'isotherme  $M' + 12$ , elle indique la température minimale admissible pour les cultures qui redoutent les gelées prolongées telles que les orangers ou le bersim.

Si on fait exception du bassin du Hodna,  $m + 3$  ne se développe qu'au Sud de l'Atlas saharien (fig. 8). A l'Ouest, il se superpose avec P 100 puis il se rapproche de l'Atlas, à l'Est de Laghouat au pied des monts du Zab. Il pénètre profondément à l'intérieur du Chott El Hodna jusqu'à l'altitude de 500-600 m. A l'Est, il s'élève très haut en versant Sud des Aurès (1000 m) et tend peu à peu à se confondre avec  $M' + 12$  et P 300.

$$m = + 5^{\circ}\text{C}$$

Au-dessus de cet isotherme, il n'y a pratiquement pas d'arrêt de végétation durant l'hiver. Les cultures fourragères tropicales et les luzernes à cycle long deviennent très productives à l'irrigation.

Contrairement à la Tunisie, l'Algérie steppique n'est que peu concernée par ce seuil thermique. Il ne se rencontre que sur le piedmont saharien oriental et sa limite d'extension aux environs et à l'Est de Biskra.

*Maxima du mois le plus froid*

$$M' = + 10^{\circ}\text{C}$$

Comme nous l'avons vu précédemment, cette valeur caractérise les stations à très faible réchauffement diurne durant l'hiver. En Tunisie, elle caractérise les stations d'altitude. En Algérie et au Maroc oriental, elle occupe une place beaucoup plus importante mais ne s'individualise bien que dans la région du sud-constantinois. Partout ailleurs, on peut considérer qu'elle se superpose avec l'isotherme  $m+1$  ; elle ne s'individualise alors que localement à l'occasion de situation topographique particulière (couloir venté, bas-fond, opposition de versants) que l'échelle du 1/1.000.000 ne permet pas de représenter. Du fait de cette situation thermique particulière, ce double seuil  $m+1$  et  $M'+10$  est à la fois la limite supérieure des espèces qui ne peuvent supporter des gélées prolongées et la limite inférieure des espèces liées aux hivers rigoureux telles que (*Erinacea anthyllis*, *Cirsium acarna* etc... voir groupe écologique thermique).

$$M' = + 12^{\circ}\text{C}$$

Cette valeur marque la limite septentrionale des espèces saharo-sindiennes. Son importance est manifeste dans les variantes à hivers frais ; elle scinde en deux grands ensembles l'Algérie steppique :

- L'un où les espèces caractéristiques des hivers frais au sens strict (groupe écologique thermique  $m < + 3$  et  $M' < 12$ ) sont présentes. Ce sont les hauts plateaux sud-oranais et sud-algérois jusqu'à la région de Ksar-Chellala.
- L'autre où ces espèces sont absentes et où lorsque les conditions de milieux le permettent (essentiellement les zones sableuses) des espèces d'origine saharo-sindiennes s'installent (groupe écologique thermique  $m < + 3$ ,  $M' > + 12$ ). Il s'agit de la zone orientale des hauts plateaux, de la région du Hodna avec une enclave autour des Zahrez.

Sur le piedmont saharien, l'importance de  $M' + 12$  apparaît localement : région d'Ain Sefra, région Nord de Laghouat. A l'Est du Hodna, et en Tunisie steppique,  $M' + 12$  rejoint  $m + 3$  et  $P = 300$ .

$$M' = + 15^{\circ}\text{C}$$

C'est la limite à partir de laquelle tous les types de milieux présentent une végétation où dominent les espèces saharo-sindiennes.

Son influence est particulièrement visible sur le piedmont saharien partout où  $m$  est inférieur à  $+ 3$ . Dans le Sud-oranais par exemple les

changements floristiques, au sortir de l'Atlas saharien sont saisissants.

$M' + 15$  y suit les piedmonts Sud jusqu'à Brezina. Au-delà,  $M'$  s'incurve vers le Sud pour passer bien au Sud de Laghouat. Cette ville qui occupe en piedmont la même position que El Abiod Sidi Cheikh par exemple possède une flore où les espèces saharo-sindiennes sont peu fréquentes alors qu'à El Abiod Sidi Cheikh ces espèces sont largement dominantes.

Au Sud des monts du Zab,  $M' + 15$  se resserre sur l'Atlas saharien puis longe le piedmont des Aurès où il rejoint  $m + 5$ . Cette limite s'incline ensuite vers le Sud en direction du Dj. El Maandra à la frontière tunisienne.

L'Algérie steppique présente, dans sa plus grande part, une situation thermique bien particulière. La figure 8 montre nettement le passage avec la Tunisie : à l'Est du Hodna, on observe une remontée altitudinale des isothermes et une chute altitudinale des faibles valeurs de P. De plus, comme on l'a montré ci-dessus, les seuils de  $m + 3$  et  $m + 5$  tendent à se superposer respectivement à  $M' + 12$  et  $M' + 15$ . L'abaissement général de l'altitude et la proximité de la mer sont sans doute responsables de cette situation ; à l'opposé, la régularité de la disposition du relief, l'altitude relative élevée et la position continentale de l'Algérie steppique lui confère une originalité qu'elle partage avec le Maroc oriental steppique et les hautes plaines de la Tunisie centrale.

## 5. CONCLUSION

Il convient de souligner, qu'en fonction de l'objectif retenu (rendre compte des zones homoclimatiques du point de vue de la végétation et des potentialités agronomiques), de la méthode utilisée et de l'échelle adoptée, seules des informations générales sur le climat peuvent être apportées par cette étude.

Quoiqu'il en soit, les critères simples retenus : P, m et  $M'$  pour la définition des bioclimats permettent de différencier nettement les principales zones climatiques des steppes algériennes, de les définir et de les cartographier.

Cependant, il est possible d'améliorer ce travail en utilisant des données météorologiques plus complètes et plus élaborées, tout en étudiant beaucoup plus à fond la végétation. En particulier, il faudrait préciser la part qui revient plus spécifiquement aux facteurs climatiques par rapport aux autres facteurs écologiques (édaphiques et biotiques).

Néanmoins, la carte ainsi établie apporte des informations précises pour les agronomes, pastoralistes, forestiers, sociologues, économistes etc... qui disposeront ainsi d'un cadre rationnel :

- Pour l'expérimentation agronomique, pastorale et forestière.
- Pour l'étude des composants du milieu qu'ils ont pour mission de transformer et de mettre en valeur.
- Pour replacer dans leur contexte bioclimatique et interpoler ou extrapoler, éventuellement, les résultats des mesures, recherches, expérimentations, données diverses etc...
- Pour apporter aussi des compléments qui modifieront et préciseront cette première ébauche bioclimatique.

PRINCIPALES DONNEES CLIMATIQUES ET BIOCLIMATIQUES POUR LES STATIONS DE L'ALGERIE STEPPIQUE ET DES REGIONS AVOISINANTES

Sources Données	Situat. Géogr.	N°	Nom de la station	Longit.	Latit.	Altit.	P mm	Q <sub>2</sub>	M	m	M - m	M'	ETP janvier	Nb Jrs de gelée/an
SELTZER	AS.O	1	AFLOU	2°31'E	34°07'	1400	342	34,5	33,0	0,0	33,0	8,6	24,76	66,5
"	HT.S		AIN AZEL	5°31'E	35°19'	960	427							
"	HT.C		AIN BEIDA			1020	420							
"	AT.A		AIN BOUCIF	3°10'E	35°54'	1250	550							
"	HS.A		AIN DEHEB			300	300							
"	HT.S		AIN EL ADJAR	5°32'E	35°55'	920	319							
"	AS.A	2	AIN EL GOTIA	2°48'E	34°34'	1350	363	36,3	33,4	- 0,9	34,3	8,1	20,18	66,5
"	HT.O		AIN EL HADJAR	0°08'E	34°45'	1015	436							
"	HT.A		AIN EL HADID	0°53'E	35°03'	850	459							
"	HS.A		AIN KERMANE			490	242							
"	HT.C		AIN M'LILA	6°34'E	36°02'	775	400							
"	HS.S		AIN OULMENE	5°18'E	35°55'	940	358							
"	HS.A		AIN OUSSERA	2°55'E	35°27'	690	250							
"	AS.O	3	AIN SEFRA		32°45'	1070	192	17,3	37,6	- 0,3	37,9	12,4	37,33	
"	HS.C		AIN TOUTA				325							
"	HS.C		AIN YAGOUT			860	350							
"	AS.C	4	ARRIS	6°21'E	35°16'	1100	345	37,8	32,1	0,8	31,3	9,9		
"	HS.H	5	BARIKA		35°23'	450	224	21,1	39,2	2,8	36,4	13,1		
"	HS.C	6	BATNA		35°33'	1040	346	35,9	33,3	0,3	33,0	9,5	26,78	33,4
"	Sa.W	7	BECHAR		31°36'	769	79	7,1	39,9	1,8	38,1	15,8	53,94	1,2
"	HT.S		BEL IMOUR	4°53'E	35°59'	920	364							
"	HT.O		BEN BADIS			700	519							
"	AT.A	8	BEN CHICAO	2°51'E	36°12'	1130	615	62,5	35,0	1,3	33,7	7,9		20,3
"	Sa.W		BENI OUNIF			825	127							
"	HT.O		BENI SENOUS			500	659							
"	AT.A	9	BERROUAGHIA		36°08'	928	593	60,5	34,2	0,6	33,6	9,5		
"	Sa.E	10	BISKRA	5°44'E	34°51'	124	156	15,8	40,1	6,4	33,7	16,1	50,61	0,0
"	AT.A	11	BOGHAR		35°55'	910	408	45,2	33,0	2,1	30,9	9,2	25,68	15,2
"	HT.S	12	BORDJ BOU ARRERIDJ	4°46'E	36°04'	900	400	39,4	35,6	0,7	34,9	10,0	27,08	63,4
"	AT.A		BORDJ EL EMIR AEK	2°16'E	35°52'	1050	529							
GAUSSEN	HS.O		BOUGTOB	0°05'E	34°03'	1026	282							
SELTZER	AT.A	13	BOUIRA	3°55'E	36°23'	530	634	63,7	36,0	1,9	34,1	12,5	30,14	40,6
"	HT.A	14	BOURBAKI	1°58'E	35°40'	850	443	44,4	35,5	1,3	34,2	10,4		
"	HS.H	15	BOU SAADA	4°11'E	35°13'	550	237	24,3	37,1	3,7	33,4	13,2		
"	AT.H	16	BOU TALEB	5°19'E	35°42'	1250	427	42,4	32,2	- 2,3	34,5	8,0		40,1



Sources Données	Situat. Géogr.	N°	Nom de la station	Longit.	Latit.	Altit.	P mm	Q <sub>2</sub>	M	m	M - m	M'	ETP janvier	Nb. Jrs. de gelée/an
SKLTZER	HS.A	17	CHELLALA (REIBEL)		35°12'	860	291	28,4	36,7	1,6	35,1	12,0		
"	HT.C	18	COLIGNY	5°16'E	36°11'	1017	512	48,6	34,2	- 1,9	36,1	9,7		63,2
"	HT.C	19	CONSTANTINE	6°37'E	36°22'	660	511	58,2	32,8	2,9	30,5	11,3	30,57	18,4
"	AS.A	20	DJELFA	3°15'E	34°11'	1160	308	30,8	33,5	- 0,8	34,3	9,3	24,64	31,2
"	HT.A		DAHMOUNI	1°28'E	35°25'	967	573							
"	HT.O		DAOUD			680	412							
"	AT.A		DERRAG	2°23'E	35°55'	1160	596							
"	Sa.W	21	EL ABIOD SIDI CHEIKH		32°54'	900	129	11,6	38,6	0,5	38,1	15,4	48,19	
"	HS.C		EL AOUINET	7°55'E	35°52'	650	370							
"	HS.O	22	EL ARICHA	1°16'W	34°12'	1250	450	41,8	35,6	- 1,5	37,1	11,5	28,28	
"	AS.O	23	EL BAYAD	1°01'E	33°41'	1300	326	31,6	33,5	- 1,8	35,3	9,5	23,65	17,8
"	HT.S	24	EL EULMA	5°42'E	36°09'	960	434	45,5	33,2	0,5	32,7	9,9	26,34	27,2
"	HS.H	25	EL KANTARA	5°43'E	35°13'	513	241	21,8	36,3	3,0	33,3	11,9		25,5
"	HS.C		EL KOUIF			1100	446							
"	Sa.E	26	EL OUED		35°41'	70	73	6,4	42,9	4,1	38,8	17,7	56,71	
"	HT.A		FRENDA			1180	450							
"	Sa.C	27	GHARDAIA		32°29'	530	68	6,1	42,6	4,6	38,0	16,5	56,83	0,
FAO-ALG9	HS.H	28	GUELLALIA			410	168		37,9	3,9	34,1	14,0		
SELTZER	AT.C	29	GUELMA	7°26'E	36°28'	270	617	74,4	35,4	4,2	31,2	14,3	35,56	19,7
"	HS.A		GUELT ES STEL	3°01'E	35°09'	930	333							
"	HS.A		HAMADIA	1°50'E	35°28'	895	358							
"	HT.C		KAIS (EDGAR QUINET)			1000	450							
GAUSSEN	HS.O		KHALFALLAH			1120	251							
SELTZER	HT.C		KHENCHELA			1110	529							
"	HT.A		KSAR EL BOUKHARI	2°45'E	35°54'	635	349							
"	Sa.C	30	LAGHOUAT	2°53'E	33°48'	765	167	16,9	36,0	2,3	33,7	12,5	44,06	3,2
"	HS.O		MARHOUN	0°12'W	34°27'	1115	275							
"	HS.O	32	MECHERIA	0°16'W	33°33'	1190	293	29,9	35,1	1,5	33,6	11,0	33,16	
FAO-ALG9	HS.H	31	M'DOUKAL			430	196		37,1	3,6	33,5	13,9		
SELTZER	HS.O		MEDRISSA			1150	342							
"	HT.O		MEPTAH SIDI BOUBEKER			700	492							
"	HT.A		MAHDIA	1°45'E	35°25'	900	455							
"	HS.H	33	M'SILA	4°33'E	35°42'	469	226	20,8	39,2	2,8	36,4	13,1		
"	HS.H		N'GAOUS	5°38'E	35°34'	730	223							
"	HT.O		OUED TAFIA	0°05'E	35°05'	490	365							

Sources Données	Situat. Géogr.	N°	Nom de la station	Longit.	Latit.	Altit.	P mn	Q <sub>2</sub>	M	m	M - m	M'	ETP janvier	Nb.Jrs de gelée/an
SELTZER	HT.C		OUED EL MA	6°00'E	35°39'	1050	455							
"	Sa.C	34	OULED DJELLAL	5°04'E	34°25'	195	136	11,9	41,7	2,6	39,1	16,9	46,99	4,4
"	HT.C		OUM EL BOUAGHI	7°07'E	35°52'	950	449							
"	HT.O		RAS EL MA	0°49'W	34°30'	1095	301							
"	HT.C		RAS EL OUED			1100	384							
"	HS.A		RECHAIGA	1°58'E	35°24'	885	319							
"	HT.O	35	SAIDA	0°10'E	34°50'	870	430	43,8	36,2	2,6	33,6	12,9	39,92	
"	HS.O		SEBDOU	1°12'W	34°38'	720	325							
"	HT.C	36	SEDRATA	7°32'E	36°08'	795	465	47,4	33,9	0,3	33,6	47,3		
"	HS.S		SERIANA	6°11'E	35°42'	925	408							
"	HT.S	37	SETIF	5°26'E	36°11'	1080	469	50,1	32,5	0,4	32,1	9,2	24,75	33,5
"	HS.H	38	SIDI AISSA	3°46'E	35°53'	658	309	28,4	38,0	0,7	37,3	11,6		32,3
"	HT.A		SOUGUEUR	1°30'E	35°11'	1025	440							
"	AT.C	39	SOUK AHRAS	7°58'E	36°17'	655	739	78,1	33,4	1,4	32,0	11,1	28,92	23,1
"	AT.A	40	SOUR EL GHOZLANE	3°42'E	36°09'	905	729	56,9	33,4	2,0	31,4	9,0		17,2
"	Sa.C		TADJEMOUT	2°31'E	33°53'	895	172							
"	HS.A	41	TADMIT	2°59'E	34°17'	1035	237	23,5	35,0	0,5	34,3			
"	HS.C	42	TEBESSA	8°07'E	35°24'	860	338	35,2	34,8	1,9	32,9	10,3	33,53	18,9
"	AT.A	43	TENIET EL HAD	2°01'E	35°59'	1160	628	67,7	32,0	0,2	31,8	6,5		18,5
"	HT.O	44	TIARET	1°20'E	35°23'	1020	622	68,1	33,0	1,7	31,3	10,4	31,99	
"	HT.O	45	TISSEMSILT	1°49'E	35°37'	811	429	43,6	34,5	0,7	33,7	10,8	29,51	14,3
"	HT.C		TIXTER	5°05'E	36°03'	956	380							
GAUSSEN	Sa.E		TOLGA			170	172							
SELTZER	Sa.E	46	TOUGGOURT		33°07'	70	58	5,2	1,7	3,6	38,1	16,9	55,26	0,2
SELTZER	AT.A	47	AGHRIG			730	1210			4,7		10,5		
"	AT.C	48	AIN EL KAR			725	1595			2,9		9,7		
"	AT.C	49	AIN DEFLA			270	519			4,2		13,5		
"	Li.C	50	AIN OURCINEF			300	992			6,4		14,3		
"	Li.A	51	ALGER			13	647			9,8		16,4	44,89	0,0
"	AT.O	52	AMMI MOUSSA			160	429			2,4		15,9	41,03	
"	Li.C	53	ANNABA			20	787			7,9		14,9	39,52	0,6
"	AT.A	54	ARD EL BEIDA			91	361			3,5		15,2		18,7
"	Li.C	55	BEJAIA			9	972			8,1		19,9	41,69	0,0
"	Li.O	56	BENI SAF			5	371			9,1		16,8	50,39	0,0

Sources Données	Situat. Géogr.	N°	Nom de la station	Longit.	Latit.	Altit.	P mm	Q <sub>2</sub>	M	m	M - m	M'	ETP janvier	Nb.Jrs de gelée/an
SELTZER	Li.A	57	BLIDA			267	954			7,3		14,1	40,40	
"	Li.A	58	BOUZAREA			344	777			7,9		13,9	40,36	2,7
"	Li.O	59	BRAHIM			62	428			7,5		15,6		
"	Li.C	60	BUGEAUD (SERAIDI)			860	919			3,8		7,9		
"	Li.C	61	CAP AFIAH			11	919			7,2		14,6		1,1
"	Li.A	62	CAP BENGUT			36	771			7,9		14,1		0,0
"	Li.A	63	CAP BOUGAROUN			196	1038			8,6		12,8	39,20	0,0
"	Li.C	64	CAP CARBON			225	780			9,1		14,1	40,14	0,0
"	Li.C	65	CAP DE GARDE			161	682			8,4		15,3	41,82	
"	Li.O	66	CAP FALCON			75	322			9,5		15,8	47,75	1,9
"	Li.O	67	CAP IVI			103	354			8,8		14,6		0,0
"	Li.A	68	CAP MATIFOU			63	579			7,6		14,8		0,1
"	Li.C	69	CAP SIGLI			35	780			9,3		14,9	41,31	0,0
"	Li.O	70	CAP TENES			189	421			8,1		15,5	43,28	
"	Li.C	71	COLLO			10	1002			6,6		15,7		
"	AT.O	72	DOUALHIA			1250	375			0,2		9,6		44,0
"	AT.A	73	EL ARBA NAIT IRATHEN			1200	1149			2,7		9,6		
"	AT.A	74	EL ASNAM			102	400			3,5		14,1	41,39	
"	AT.C	75	EL MILA			105	1114			6,1		15,2		7,5
"	AT.A	76	EL NOUADEUR			850	506			3,2		11,3		21,6
"	Li.O	77	GHAZAOUET			83	410			7,0		15,9	46,99	0,0
"	AT.C	78	GHENZET				684			4,2		7,8		
"	AT.O	79	GHRISS			495	429			1,5		15,1		
"	AT.O	80	IGHIL IZANE			75	325			4,5		15,3	41,41	
"	AT.A	81	LAC DE MOUZAIA			1270	933			1,0		6,4		25,8
"	AT.A	82	LES ATTAFS			170	423			2,7		15,6		
"	AT.O	83	MASCARA			583	511			4,1		13,2	39,77	11,6
"	AT.A	84	M'CHEDILLAH			465	571			3,3		13,7	34,04	41,3
"	AT.A	85	MEDEA			912	800			3,2		10,3		13,4
"	AT.A	86	MILIANA			750	950			4,6		10,4	30,06	6,5
"	Li.O	87	MOSTAGANEM			26	377			9,0		15,9	47,54	0,0
"	Li.O	88	ORAN			11	428			9,1		15,8	47,82	0,0
"		89	OUED SLISSEN			850	358			- 0,6		13,1		49,7
"	AT.O	90	SIDI BEL ABBES			480	395			1,9		14,2	39,40	
"	Li.C	91	SKIKDA			42	830			7,4		13,7	41,81	3,1

Sources Données	Situat. Géogr.	N°	Nom de la station	Longit.	Latit.	Altit.	P mm	Q <sub>2</sub>	M	m	M - m	M'	ETP janvier	Nb. Jrs de gelée/an
SELTZER	Li.A	92	STAOUELI			122	694			5,9		15,2		
"	Li.O	93	TENES			59	545			8,6		15,5		0,0
"	Li.A	94	THENIA			150				6,4		14,7	39,65	3,1
"	AT.A	95	TIZI OUZOU			230	893			5,4		14,4	36,61	2,2
"	AT.O	96	TLEMCEN			810	638			5,8		12,2	42,13	2,3

AT. : Atlas Tellien  
O : Oranie et Sud-Oranie  
A : Algérois et Sud-Algérois  
C : Constantinois et Sud-Constantinois  
H : Région du Hodna

HT. : Hautes Plaines Telliennes  
O : Sud-Oranaises  
A : Sud-Algéroises  
C : Sud-Constantinoises  
S : Setifiennes

HS. : Hauts Plateaux Steppiques  
O : Sud-Oranais  
A : Sud-Algérois  
C : Sud-Constantinois  
H : Hodna

AS. : Atlas Saharien  
O : Sud-Oranais  
A : Sud-Algérois  
C : Sud-Constantinois

Sa. : Sahara Septentrional et Piémont  
Sud Atlas Saharien  
W : Occidental  
C : Central  
E : Oriental

Li. : Littoral  
O : Oranais  
A : Algérois  
C : Constantinois

## BIBLIOGRAPHIE

- BAGNOULS F. et GAUSSEN H. (1957). — Les Climats biologiques et leur classification. *Ann., Géogr. Fr.* - 355 : 193-220.
- BAGNOULS F. et GAUSSEN H. (1958). — Carte des précipitations de l'Algérie et de la Tunisie au 1/500.000° *I.G.N. Paris*.
- BAGNOULS F. et LEGRIS P. (1970). — La notion d'aridité en Afrique du Nord et au Sahara. *Trav. Lab. Forest. Fac. Sc. Toulouse*, II p, 1 carte.
- BALDY CH. (1965). — Climatologie de la Tunisie Centrale. *F.A.O. UNDP/TUN* 8, I vol. multigr. 84 p., 20 cartes ; Annexes.
- BARRY J.P. et CELLES J.C. (1972-1973). — Le Problème des Divisions Climatiques et Floristiques au Sahara Algérien (entre 0° et 6° de longitude Est). *Nat. monsp. Sér. bot.*, 23-24 : 5-48.
- BARRY J.P. et CELLES J.C. et *Al.* (1974). — Cartes internationales du tapis végétal. *Trav. Lab. Forest. Fac. Sc. Toulouse*.
- BARRY J.P. et FAUREL L. (1968). — Carte de la végétation de l'Algérie. Feuille de Ghardaïa au 1/500.000°. *E.M.C.O. Marseille*.
- BARRY J.P. et FAUREL L. (1973). — Notice de la carte de Ghardaïa, *Notice Mém. Soc. Hist. nat. Afr. N.*, II : 125 p.
- BELLOUAM N., BERAUD-FAVEDE F. et CLAUDIN J. (1973). — Etude écologique du Synclinal d'El Bayad (Algérie). *Rapport D.E.M.R.H.*, Alger, I vol. multigr. : 22 p. 3 cartes.
- BELLOUAM N., BERAUD-FAVEDE F. et CLAUDIN J. (1975). — Etude écologique de la ZDIP d'El Biod région de Mécheria (Algérie). *Rapport D.E.M.R.H.*, Alger, I vol. Multigr., 4 cartes. Sous presse.
- BERAUD-FAVEDE F., CLAUDIN J. et POUGET M. (1975). — Etude écologique de la ZDIP des Arbaouets région d'El Abiod Sidi Cheikh (Algérie). *Rapport D.E.M.R.H.*, Alger, I vol. multigr. 4 cartes. Sous presse.
- BORTOLI L., GOUNOT M. et JACQUINET J.C. (1969). — Climatologie et bioclimatologie de la Tunisie septentrionale. *Ann. Inst. nation. Rech. agron. Tunisie*, 42 (I) 235 p., I carte.
- CAPOT-REY R. (1952). — Les limites du Sahara français. *Trav. Inst. Rech. Sah.*, Alger, 8 : 23-48.
- CELLES J.C. (1974). — Etude de la végétation des confins saharo-constantinois (Algérie). 1ère partie : Analyse statistique préliminaire de la matrice des données floristiques. *Ann. Muséum hist. nat.*, Nice, 2 : 3-14.
- CELLES J.C. (1975). — Contribution à l'étude de la végétation des confins saharo-constantinois (Algérie). *Thèse de doctorat d'Etat* Nice, I vol. multigr. 364 p.

- CHAUMONT M. et PAQUIN C. (1971). — Carte Pluviométrique de l'Algérie au 1/500.000. *Soc. Hist. nat. Afr. N.*, I vol., 24 p.
- CORNET A. (1974). — Essai de cartographie bioclimatique à Madagascar. *Notice explicative n° 55, ORSTOM*. Paris, I vol., 28 p., I carte.
- COTE M. (1974). — Les régions bioclimatiques de l'Est algérien.
- DAGET P. (1977). — Le bioclimat méditerranéen ; analyse des formes climatiques par le système d'Emberger. *Vegetatio*, 34, 2 : 87 - 103.
- DUBIEF J. (1959-1963). — Le Climat du Sahara. *Mém. Inst. Rech. Sahar.*, Alger, I : 312 p., 2 (I) : 312 p. I carte.
- EMBERGER L. (1930). — La végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. *Rev. gén. Bot.*, 3 : 183-246.
- EMBERGER L. (1955). — Une classification biogéographique des climats. *Rec. Trav. Lab. Géol. Bot. et Zool., Fac. Sc.*, Montpellier, 7 : I-43.
- EMBERGER L. (1971). — Considérations complémentaires au sujet des recherches bioclimatiques et phytogéographiques-écologiques. in « *Travaux de botanique et d'écologie de Louis Emberger* » ; 291-301 ; Masson, Paris.
- FLORET CH., GOUNOT M., ROSSETTI CH. et SCHWAAR D. (1968). — Conception générale des travaux de cartographie phytocéologique réalisée par le CNRS en Tunisie septentrionale. *Ann. Inst. nation. Rech. agron.* Tunisie, 41 (1) : 142 p.
- GAUSSEN H. et VERNET A. (1958). — Carte internationale du tapis végétal. Notice de la feuille de Tunis-Sfax. *Bull. serv. carte phytogéogr.*, Ser. A carte végét. 3 (2) : 34 p.
- GOUNOT M. (1959). — Contribution à l'étude des groupements végétaux messicoles et rudéraux de la Tunisie. *Ann. Serv. bot. agron.* Tunisie, 31 : I-282.
- GOUNOT M. (1969). Méthodes d'étude quantitative de la végétation. I vol. 314 p., Masson, Paris.
- IONESCO T. (1965). — Considérations bioclimatiques et phytocéologiques sur les zones arides du Maroc. *Cab. Rech. agron.* 19 : I-69.
- IONESCO T. et SAUVAGE C. (1962). — Les types de végétation au Maroc, essai de nomenclature et de définition. *Rev. Géogr. Maroc*, 1-2 : 75-86.
- LE HOUEROU H.N. (1955). — Contribution à l'étude de la végétation de la région de Gabès. *Ann. Serv. bot. agron.* Tunisie, 28 : 141-180. I carte.
- LE HOUEROU H.N. 1958. — Contribution à l'étude écologique de l'olivier en Tunisie. *Commissariat à la productivité*, Tunis, I vol. 89 p.
- LE HOUEROU (1959). — Recherches écologiques et floristiques sur la végétation de la Tunisie méridionale. *Mém. H.S. Inst. Rech. sahar.*, Alger, 8, 2 vol. 281 et 229 p.
- LE HOUEROU H.N. (1962) — Les pâturages naturels de la Tunisie aride et désertique, 120 p., 20 phot 3 cartes 1/20000000 ; *Inst. Sces Econo. Appl.* Paris.
- LE HOUEROU H.N. (1969). — La végétation de la Tunisie steppique (avec référence aux végétations analogues d'Algérie, de Libye et du Maroc). *Ann. Inst. Rech. agron.* Tunisie, 42 (5) : 624 p. I carte.
- LE HOUEROU H.N. (1970). — North Africa : Past, Present, Future. in « *Proceedings of the international conférence on arid lands in transition* » : 227-278. *Amer. Ass. Adv. Sc.*, Washington D.C.

- LE HOUEROU H.N. (1975 a). — Le cadre bioclimatique des recherches sur les herbages méditerranéens. *I Géogofili*, 21, Ser. 7 : 57-67.
- LE HOUEROU H.N. (1975 b). — Les pâturages de l'Afrique du Nord : Typologie, production, productivité et développement. *Coll. Intern. sur Invent. et Cartogr. de l'Afrique Tropicale*, Bamako pp. 40-55. Centre International pour l'Elevage en Afrique, Addis-Abeba.
- LE HOUEROU H.N. (1975 c). — Problèmes et Potentialités des Terres arides de l'Afrique du Nord. *Options méditerranéennes*, 26 : 17-36.
- LE HOUEROU H.N., CLAUDIN J. et HAYWOOD M. (1975). — Etude phytocologique du Hodna. *FAO, UNIP/SF ALG.* 9. I Vol. multigr. 154 p. 2 cartes.
- LE HOUEROU H.N. (1977). — Plant sociology and ecology applied to grazing lands research, survey and management in the mediterranean Basin. *Handbook of vegetation Science*, XIII, 213-274, JUNK publi., The Hague.
- LE HOUEROU H.N. et HOSTE CH. (1977). — Relationship between Rangeland production and Average annual rainfall Part I : the mediterranean Basin. *Centre Intern. pour l'Elevage en Afrique*, Addis Abeba, Journ. Rge Mgnt, 30 (3) 181-189 Mai 1977.
- LOISEAU P. et SEBILLOTTE M. (1972). — Etude et cartographie des pâturages du Maroc oriental. 3 vol. mimeo, *ERES-SCET Cooperation*, Paris.
- LONG G. (1954). — Contribution à l'étude de la végétation de la Tunisie centrale. *Ann. Serv. bot. Agron. Tunisie*, 27 (I) : 388 p. ; (2) tx. et carte
- LONG G. (1974). — Diagnostic phytécologique et aménagement du territoire. Principes généraux et méthodes. 1 vol., 252 p. ; Masson, Paris.
- MAIRE R. (1926). — Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. 1vol. 78 p., Baconnier, Alger.
- MONOD Th. (1957). — Les grandes divisions chorologiques de l'Afrique. *Conseil Scientif. pour l'Afri. au Sud du Sabara*, 24 : 147 p.
- OZENDA P. et KERAUDREN J. (1960). — Carte de la végétation de l'Algérie au 1/200.000° ; Feuille de Guelt es Stel-Djelfa. *Gouvernement général de l'Algérie*.
- POUGET M. et LE HOUEROU H.N. (1971). — Etude agropédologique du bassin du Zahrez Gharbi (feuille de Rocher de Sel). *Rapport D.E.M.R.H.* Alger, 1 vol. multigr. 160 p. 4 cartes couleur
- POUGET M. (1973a). — Etude agropédologique de la région de MESSAAD-AIN EL IBEL. *Rapport D.E.M.R.H.* Alger, 1 vol. multigr. 92 p.
- POUGET M. (1973b). — Une manifestation particulière et méconnue de la salure dans les steppes du Sud-algérois : les plages de salure sur les glaciés quaternaires. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. N.*, Alger 64 (1-2) : 15-23.
- POUGET M. (1977). — Cartographie des zones arides : pédologie, géomorphologie, groupements végétaux, aptitudes du milieu à la mise en valeur : région de Messaad-Aïn El Ibel. *D.E.M.R.H. ORSTOM - Notice n° 67*, 64 p., 4 cartes couleurs.
- QUEZEL P. (1957). — Le peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord. *Le Chevalier*, Paris : 463 p.

- RODIN L., VINOGRADOV B., MIROCHNITCHENKO et al. (1970). — Etude géobotanique des pâturages du secteur ouest du département de Médéa. I vol. 124 p. Nouak. Leningrad. 2 cartes.
- SAUVAGE CH. (1962). — Le quotient pluviométrique d'Emberger, son utilisation et la représentation géographique de ses variations.  
*Ann. Serv. Phys. Globe et Météorol. Inst. Sc. Chérif.* 10 : 11-23.
- SAUVAGE CH. (1963). Etages bioclimatiques.  
Atlas du Maroc. Notices explicatives, Sect. II, Physique du globe et Météorol., 44 p.
- SAUVAGE CH. et BRIGNON C. (1962). Carte des étages bioclimatiques du Maroc au 1/2.000.000<sup>e</sup> ; Carte de quotient pluviothermique d'Emberger au 1/4.000.000<sup>e</sup> ; Carte de l'amplitude thermique extrême moyenne au 1/5.000.000<sup>e</sup>.  
*Edita, Casablanca.*
- SELTZER P. (1946). — Le climat de l'Algérie.  
1 vol., 219 p. Carbonel Alger.
- STEWART PH. (1968). — Quotient pluviothermique et dégradation biosphérique : quelques réflexions.  
*Bull. Soc. hist. nat. Afr. N., Alger.* 59 : 23-36.
- STEWART PH. (1975). — Un nouveau climagramme pour l'Algérie et son application au barrage vert.  
*Bull. Soc. hist. nat. Afr. N. Alger,* 65 : (1-2) : 239-252.

#### COMPLEMENT DE LEGENDE AUX

fig. 6, 7 et 8.

- 1 — Coupe : Sebrou - Mecheria - Aïn-Sefra - Moghrar.
- 2 — Coupe : Saïda - Bouktob - Dj. Boudaoud - El Abiod Sidi-Cheich.
- 3 — Coupe : Tiaret - Medrissa - El Bayadh - Brezina.
- 4 — Coupe : Plaine du Sersou - Aflou - Tadjercuna
- 5 — Coupe : Boghari - Djelfa - Laghouat.
- 6 — Coupe : Sour El Ghozlane - Slim - Messad.
- 7 — Coupe : Monts du Hodna - Bou Saâda - Monts du Zab.
- 8 — Coupe : Monts du Hodna - N'Gaous - M'Deukal - Biskra.
- 9 — Coupe : Aïn M'lila - Batna - Arris - Bades.
- 10 — Coupe : El Aouinet - Tebessa - Négrine.



