

## **SUR LA VALEUR DISCRIMINATOIRE DU PARAMETRE $m$ EN BIOCLIMATOLOGIE MAROCAINE**

C. PEYRE \*

### *RESUME*

*A l'aide de quelques exemples, l'auteur montre que l'utilisation du paramètre  $m$  conduit à des distinctions qui ne sont pas toujours confirmées par la végétation. Il pense que le paramètre  $t$  utilisé par H. Gaussen intègre mieux les conditions thermiques de la période hivernale.*

*L'auteur met en garde contre les dangers des extrapolations dans ce domaine sans une parfaite connaissance du terrain.*

---

\* Laboratoire de Taxinomie et Ecologie végétale, Institut Scientifique, Charia Ibn Batouta, Rabat, Maroc.

## INTRODUCTION

La bioclimatologie marocaine n'a guère évolué depuis la magistrale synthèse de *L. Emberger*. Presque 30 ans après lui, *Ch. Sauvage* (1963) n'a pas apporté de modifications profondes au système établi par le premier auteur.

Récemment *P. Legris* et son école ont proposé une nouvelle synthèse utilisant les mêmes données que les auteurs précédents, mais leur combinaison est différente. Hélas la maquette que nous possédons n'a pas encore été publiée à notre connaissance. En gros les bioclimats y sont définis à l'aide de l'indice xérothermique de *Gausson*, du nombre de jours de pluie, et de la température moyenne du mois le plus froid.

Enfin *P. Donadieu* a présenté une nouvelle synthèse dans laquelle il définit les bioclimats à l'aide des paramètres *P* et *m* en restant toutefois dans le cadre établi par *L. Emberger*.

La mise au point de ces synthèses demande un travail considérable fondé sur une grande connaissance du milieu, non pas seulement physique, mais végétal, car il serait vain d'aboutir à une synthèse climatique aussi élaborée soit-elle qui ne tiendrait pas compte de la réalité végétale. *L. Emberger* en a été conscient, tellement, qu'ayant vu que son système n'expliquait pas cette réalité, il dut utiliser la végétation pour définir les bioclimats appelés par l'auteur étages bioclimatiques. C'est là un vice de méthode majeur, car on ne peut pas définir le climat par la végétation !

Actuellement parmi les chercheurs qui s'intéressent à la bioclimatologie marocaine, aucun n'a encore acquis suffisamment d'expérience, et il semble prématuré de se lancer dans un travail de genre malgré tous les attraits qu'il présente pour l'esprit.

Effectivement, avant toute synthèse, il faut faire une analyse sérieuse du milieu ; or au Maroc, beaucoup reste à faire, surtout dans les régions montagneuses. Nos dix années d'expérience de terrain nous confirment dans ce point de vue.

Quand on se lance dans ce travail sans fin qu'est l'analyse du terrain, on s'aperçoit que beaucoup de notions considérées comme bien établies ne rendent pas compte des phénomènes observés sur le terrain.

Il est difficile de concilier l'esprit d'analyse et l'esprit de synthèse. Pour notre part, nous avons

suivi la première voie avant d'aboutir à la deuxième. Elle est longue et difficile, mais sûre. La deuxième est plus rapide, mais elle abouti souvent à des conclusions erronées.

## LE PARAMETRE *m* : DEFINITION

Sans nous lancer dans une exégèse qui dépasserait le cadre de cette note, nous rappellerons brièvement les caractères du paramètre *m* et son utilisation.

En 1930 *L. Emberger* proposait une formule climatique pour exprimer les caractères du climat méditerranéen dont "les éléments climatiques les plus importants par rapport à la végétation sont les pluies, les températures, l'évaporation ... La résultante utile du climat méditerranéen est une sécheresse plus ou moins grande ... Cette résultante peut être exprimée sous la forme d'un rapport composé de trois facteurs climatiques principaux : pluies, température, évaporation".

A ce propos, *L. Emberger* pense que l'indice de *E. de Martonne* (1926)  $I = \frac{P}{T \pm 10}$  (pluviométrie moyenne annuelle sur température moyenne annuelle) est insuffisant pour expliquer les phénomènes biologiques.

Ainsi *L. Emberger* aboutit à la formule suivante :

$$Q = \frac{P}{\frac{M+m}{2} (M-m)} \times 1000$$

On voit que le paramètre *m* est utilisé deux fois dans la formule :

— Une première fois dans le calcul de la moyenne extrême  $\frac{M+m}{2}$  ; notons que cette valeur est peu différente de celle du paramètre *T* de *De Martonne* ; cependant *L. Emberger* l'estime préférable, car selon lui, "la vie végétale se déroule entre des minima et des maxima thermiques".

— Une deuxième fois dans le calcul de l'amplitude thermique extrême (*M—m*) qui sert à exprimer l'évaporation en l'absence d'une mesure directe de celle-ci. En effet *L. Emberger* a constaté que dans les pays méditerranéens "l'évaporation est d'autant plus forte que (*M—m*) est plus grand".

— Enfin *m* est utilisé une troisième fois combiné au quotient dans un système d'axes de coordonnées pour séparer les stations qui ont la

même aridité déterminée par la valeur de Q, mais des hivers différents. Cette combinaison permet d'affiner le système ; chaque étage bioclimatique se trouvant subdivisé en sous-étages caractérisés par une tranche de valeurs de m indiquant le "degré de froid hivernal". Ch. Sauvage (1963) a proposé les tranches suivantes pour les divers sous-étages.

$m > 7^{\circ}$	sous-étage à hiver chaud
$3^{\circ} < m < 7^{\circ}$	sous-étage à hiver tempéré
$0^{\circ} < m < 3^{\circ}$	sous-étage à hiver frais
$m < 0^{\circ}$	sous-étage à hiver froid

### QUELQUES DEFAUTS DU PARAMETRE m

*Emberger* était parfaitement conscient des défauts de sa formule. En ce qui concerne ceux du paramètre m, nous voudrions apporter quelques éléments à la discussion d'après des observations simples.

Le paramètre m représente-t-il bien le degré de froid hivernal ? Car c'est bien cela qu'il est censé représenter. Nul ne met en doute le rôle du froid comme facteur limitant de la végétation. Certains auteurs l'utilisent d'ailleurs comme paramètre de premier ordre pour le découpage de leurs étages sans donner des valeurs précises aux tranches thermiques (*P. Quézel, P. Ozenda*). *Gausson* l'utilise aussi dans la carte publiée par l'U.N.E.S.C.O. (1963) ; en ce qui concerne le Maroc, l'auteur sépare les climats froids de haute montagne des climats méditerranéens. Pour *L. Emberger* au contraire le paramètre m est un paramètre de deuxième ordre.

### Le résultat des mesures

Considérons quatre stations où m est bien connu :

	Altitude(m)	m° C	étage et sous-étage
Midelt	1 525	— 0°,3	aride à hiver froid
Outat-oulad-el-Haj	745	— 1°,0	saharien à hiver froid
Azrou	1 250	2°,4	sub-humide à hiver frais
Khénifra	830	1°,2	semi-aride à hiver frais

Les deux premières stations sont situées dans la plaine de la Moulouya et distantes de 140 km, les deux autres sont situées dans la dépression orientale du Plateau Central, entre celui-ci et le Moyen Atlas.

Sur la base des valeurs de m, on peut dire que Outat-oulad-el-Haj et Khénifra sont respectivement plus froides que Midelt et Azrou. La différence est faible entre Midelt et Outat, et n'est peut-être pas très significative, mais elle existe.

### Les observations

Considérons maintenant quelques aspects de la végétation cultivée et spontanée de ces régions.

#### *Région moulouyenne*

A Outat-oulad-el-Haj, la culture de l'olivier est bien développée en irrigué à cause de l'aridité du climat ; le jujubier est abondant là où il trouve suffisamment d'eau.

A Midelt il n'y a ni olivier ni jujubier ; la première espèce, si elle poussait et fructifiait correctement serait sans doute cultivée étant donné qu'elle produit un élément de la nourriture de base des populations de ces régions. Le jujubier apparaît un peu à l'aval de Midelt à Ksabi (22 km).

Si nous considérons l'abricotier, il prospère de Midelt à Outat-oulad-el-Haj toujours en irrigué. A la suite des fortes gelées du printemps 1977 la récolte a été totalement anéantie à Midelt, alors qu'à Ksabi et plus à l'aval les dégâts ont été mineurs.

Il y a donc bien une limite climatique inscrite sur le terrain, et de toute évidence, il y a un gradient de froid croissant de l'aval vers l'amont, et il fait plus froid à Midelt qu'à Outat-oulad-el-Haj.

### *Région de la dépression orientale du Plateau Central*

Quant on a habité quatre ans à Azrou, on sait fort bien qu'il y fait plus froid qu'à Khénifra ; il s'agit là d'un jugement subjectif qui n'en a pas moins de valeur ; aux savants bioclimatologues de le montrer par des mesures correctes !

Ici encore la végétation contredit les mesures. A Khénifra, il y a des palmiers plantés le long des avenues, et le laurier rose pousse le long de l'oued Oum-er-Rbia. Ces deux essences sont absentes à Azrou, le laurier rose s'arrête 10 km à l'W sur les bords de l'oued Tigrigra un peu à l'amont du village de Sidi Addi. Cette limite correspond assez bien à la limite occidentale de l'enneigement sur les collines situées au N de l'oued.

Donc, ici encore, il y a une limite climatique inscrite sur le terrain, et on peut dire qu'il y a un gradient de froid croissant de l'aval vers l'amont de cette dépression orientale ; il fait moins froid à Khénifra qu'à Azrou.

En conclusion les données chiffrées ne paraissent pas représenter correctement les conditions climatiques hivernales des régions considérées.

### **Les insuffisances du paramètre $m$**

#### *Le paramètre $m$ et les minima absolus*

On sait que les minima absolus peuvent être très bas. La cause de l'absence de telle culture ou de telle plante spontanée est due sans doute à ces très basses températures. Il serait nécessaire de tenir compte non seulement de la valeur, mais aussi de la fréquence de ces très basses températures. *L. Emberger* était conscient de l'importance de ces dernières ; cependant il écrit (1930) : "Nous avons préféré la moyenne des minima du mois le plus froid et la moyenne des maxima du mois le plus chaud aux moyennes des températures minima et maxima absolues. La végétation d'un pays reflète en effet, ces conditions moyennes thermiques extrêmes. Nos moyennes tiennent d'ailleurs un compte suffisant des températures absolues." Il fallait faire un choix. A-t-il été le meilleur ? Nous ne le pensons pas car la méthode choisie ne reflète pas les vraies conditions thermiques hivernales.

Considérons par exemple Midelt et Outat-oulad-el-Haj. La moyenne des minima absolus est  $-5^{\circ}$  pour la première station, et  $-4^{\circ}$  pour la deuxième (*A. Pujos* 1959). Midelt apparaît ici plus froide qu'Outat-oulad-el-Haj. Il en est

de même si l'on considère les minima absolus exceptionnels :  $-16^{\circ}$  en février 1933,  $-14^{\circ}$  en janvier 1932 à Midelt, contre  $-11^{\circ},2$  en février 1935, et  $-10^{\circ},8$  en janvier 1932 à Outat-oulad-el-Haj.

#### *Le paramètre $m$ et la quantité de froid*

Considérons toujours les deux stations de Midelt et Outat-oulad-el-Haj classées dans le sous-étage à hiver froid sans autre précision que la faible différence entre leur  $m$ . Pourtant sur les graphiques donnés par *A. Pujos* (op. cité), on voit que la durée du froid est bien différente dans les deux stations. A Outat-oulad-el-Haj, la courbe de la moyenne des minima absolus reste au-dessous de  $0^{\circ}$  pendant 3 mois (Décembre, Janvier, Février). A Midelt elle y reste pendant 4 mois (Décembre, Janvier, Février, Mars) ; en Avril, on a encore  $0^{\circ}$ .

Si l'on considère la moyenne des  $m$  annuelle, on a  $m = 8^{\circ},5$  à Outat-Oulad-el-Haj, et  $m = 7^{\circ},6$  à Midelt. Ces dernières données confirment donc que Midelt est plus froide qu'Outat-oulad-el-Haj.

#### *Le paramètre $m$ et le déficit de chaleur*

Pour une espèce donnée, le manque de chaleur peut être un facteur limitant. *B. Lepoutre* (1964) l'a bien montré dans ses travaux sur la régénération du cèdre où il définit la notion d'espérance pluviothermique.

Ce déficit de chaleur qui se traduit par un supplément de froid peut être apprécié à l'aide de la moyenne des maxima hivernaux. Dans les graphiques de *A. Pujos*, on voit qu'à Outat-oulad-el-Haj cette moyenne oscille autour de  $17^{\circ}$  pendant la période Décembre, Janvier, Février, tandis que celle des maxima absolus oscille autour de  $22^{\circ},5$ . A Midelt au contraire la première moyenne reste inférieure à  $12^{\circ},5$  pendant la même période, tandis que la deuxième reste inférieure à  $20^{\circ}$ .

Dans sa note de synthèse *A. Pujos* écrit : "ce n'est donc pas seulement la moyenne des minima du mois le plus froid qui est importante. Et la limite de l'olivier, si nette entre Missouri, une des capitales de cette espèce, et Midelt, où cette dernière est pratiquement inexistante, pourrait être due peut-être à des maxima d'hiver trop bas ... Cette limite séparerait le domaine des chénopodiacées et du jujubier de celui de l'alfa et du retam."

### **LE PARAMETRE $t$**

C'est le paramètre utilisé par *H. Gaussen*

et son école. Il représente la moyenne des températures du mois le plus froid. Fondé sur la notion de facteur limitant, il intègre le maxima du mois le plus froid. A ce titre il est plus représentatif du bilan calorique de la station. Cependant les problèmes de la durée du froid, et celui des valeurs absolues sont éludés. Toutefois malgré les défauts toujours inhérents à tout paramètre simple, le paramètre *t* semble plus satisfaisant que le paramètre *m*. Si on considère toujours Midelt et Outat-oulad-el-Haj, on a  $t = 5^{\circ},6$  pour la première station, et  $t = 7^{\circ},2$  pour la deuxième station. Midelt apparaît ici plus froide qu'Outat-oulad-el-Haj.

Dans la maquette proposée par *P. Legris*, Outat-oulad-el-Haj et Midelt sont placées dans la même classe de froid ( $5^{\circ}$  à  $10^{\circ}$ ), alors que les mesures et surtout la végétation montrent que le climat thermique de ces deux stations est différent. Il faut donc faire des classes telles que ces deux stations soient séparées.

## LE PARAMETRE *m* ET LES MESOCLIMATS

Les divers paramètres utilisés par *L. Emberger* étaient destinés à mieux cerner les grands domaines climatiques du Maroc appartenant tous au climat méditerranéen défini par l'auteur.

Or, mis à part le domaine des grandes plaines, le climat du Maroc est constitué d'une succession de mésoclimats. Toute nouvelle synthèse qui ne tiendra pas compte de cette réalité sera vouée à l'échec comme les précédentes.

Nos recherches dans le Moyen Atlas oriental et dans le reste du domaine montagnard nous ont montré que les quelques valeurs que l'on peut actuellement obtenir sont très peu représentatives. Elles restent très ponctuelles et sont difficilement extrapolables. Ici encore, il faut augmenter la densité du réseau climatologique, ou utiliser d'autres sources d'information. En ce qui nous concerne, nous utilisons la dynamique des masses d'air humide par temps perturbé, et les variations de l'enneigement pour mettre en place les différents gradients climatiques dans les régions étudiées.

Les difficultés soulignées ci-dessus mises à part, on sait que le *m* n'est pas connu partout ; 63 postes seulement sur 167 possèdent des mesures thermiques ; sur les 104 restants les auteurs se livrent à des extrapolations souvent très hasardeuses, parfois dans leur laboratoire avec un simple double décimètre ! Pour montrer le

danger de l'utilisation du *m* sans une bonne connaissance du milieu nous choisirons quelques exemples bien connus.

### 1<sup>er</sup> cas : *Ifrane*

Le *m* d'Ifrane est relativement bas ( $-4^{\circ},2$ ) par rapport à l'altitude de la station (1635 m). Or les deux stations météorologiques officielles : celle de l'Institut Scientifique Chérifien (la plus ancienne), et celle de l'aérodrome (plus récente) se trouvent dans une zone d'inversion thermique constituée d'un large plateau légèrement encaissé. *A. Pujos* (1964) a montré l'importance jusqu'à là mal soupçonnée de ces inversions thermiques dans le Moyen Atlas. La station de l'I.S.C. est la plus affectée par cette inversion ; les températures *y* sont toujours plus basses qu'à la station de l'aérodrome située sur le rebord du plateau.

Ainsi le *m* d'Ifrane ne paraît pas représentatif des conditions thermiques hivernales régnant dans les forêts environnantes, où les températures sont certainement plus clémentes. Pour s'en rendre compte il suffit de comparer les températures de la station de l'I.S.C. et celles de la station de l'Ecole forestière située en forêt, dominant l'oued Tizguit, à une cinquantaine de mètres au-dessus du niveau de la vallée de cet oued. Bien que les périodes de référence soient différentes, on peut dire que le *m* de la station de l'Ecole Forestière est toujours supérieur de  $2^{\circ}$ . La différence entre les minima absolus est encore plus significative. *A. Pujos* donne les chiffres suivants :

	Ifrane I.S.C.	Ifrane Ecole Forestière
Janvier 1953	— 12	— 8
Janvier 1954	— 19	— 13
Février 1957	— 17	— 13
Mars 1955	— 18	— 4

En conséquence le *m* d'Ifrane doit être éliminé ou corrigé si on veut l'utiliser dans une synthèse générale car il n'est pas représentatif de la région.

### 2<sup>ème</sup> cas : *Azrou*

*M. Lecompte* (1975) a montré les conditions thermiques particulières qui règnent dans la cuvette d'Azrou. L'effet diurne de cuvette chaude

tamponne considérablement le  $m$  qui paraît ainsi anormalement élevé étant données l'altitude de la station (1 250 m), et les valeurs du  $m$  de stations voisines plus basses où cet effet ne se manifeste pas : El Hajeb par exemple située sur l'escarpement du Causse au-dessus de la plaine du Saïs à 1 050 m ( $m = 2^{\circ},0$ ).

Cet effet de cuvette diurne détermine aussi une ceinture thermique nocturne qui réchauffe les versants dominant Azrou et qui déborde même sur le bord du plateau.

### 3<sup>ème</sup> cas : Khénifra

La valeur du  $m$  ( $1^{\circ},2$ ) comparée à celle d'Azrou ( $2^{\circ},4$ ) laisserait supposer qu'il y a une inversion thermique à Khénifra étant donnée son altitude (830 m) inférieure à celle d'Azrou. Pourtant si l'on considère les moyennes des températures extrêmes minima et maxima de Janvier, Azrou apparaît nettement plus froide que Khénifra :

	minima	maxima
Azrou	— 3,2	19,9
Khénifra	— 2,9	23,7

On trouve là des différences du même type que celles observées entre les stations de Midelt et Outat-oulad-el-Haj. A Azrou les extrêmes sont plus bas qu'à Khénifra, et le déficit de chaleur hivernale est plus grand ; les valeurs des minima absolus corroborent ces conclusions : —  $10^{\circ},1$  à Azrou en Février 1935 contre —  $7^{\circ}$  à Khénifra le même mois.

Ainsi la tamponnage du  $m$  d'Azrou, et l'inversion thermique de Khénifra cachent une réalité différente que la végétation met pourtant en évidence. Même si l'inversion thermique de Khénifra a quelque effet sur la végétation du fond de la cuvette, ce dernier doit être faible puisqu'il ne s'oppose pas au développement d'espèces thermophiles comme le palmier. Par ailleurs ces conditions thermiques de fond de cuvette ne peuvent en aucun cas être extrapolées aux versants environnants surtout lorsqu'on sait que la cuvette est couronnée d'une ceinture de caroubier, espèce thermophile par excellence.

Dans ce cas encore la valeur du paramètre  $t$  rend compte des véritables conditions thermiques : à Azrou  $t = 7^{\circ},0$ , à Khénifra  $t = 8^{\circ},0$ . Cependant

les deux stations sont placées dans la même classe thermique sur la maquette de P. Legris. Il est nécessaire de les séparer si l'on tient compte des différences de végétation.

### 4<sup>ème</sup> cas : Bab-bou-Idir

C'est une station située dans le massif du Tazekka. L'emplacement du poste est encore défectueux ; en effet Bab-bou-Idir est construite sur un col à 1 570 m, entre le piton du même nom (1 835 m), et la pointe culminale du Tazekka (1 980 m). Sans nous étendre sur l'effet de col, nous insisterons sur son importance dans cette région. Le couloir de Taza est connu d'une manière générale, pour la violence et la permanence des vents de tous secteurs ; ces caractères sont d'autant plus accentués que l'altitude augmente.

Ainsi le  $m$  relativement bas de Bab-bou-Idir ( $- 2^{\circ},8$ ) est en relation avec cet effet méso-climatique, et il ne rend pas compte des conditions thermiques des proches environs. Effectivement, à la même altitude, et même plus haut, on trouve des essences telles que le chêne zène, le chêne liège, l'arbousier, les filarias, le doum, qui exigent des conditions thermiques plus clémentes.

## CONCLUSION

Le paramètre  $m$  et les autres auxquels il est combiné ont permis de faire un synthèse magistrale du climat du Maroc ; mais ce n'est là qu'une apparence, la réalité est toute autre.

Effectivement on voit que le paramètre  $m$  ne représente pas toujours les véritables conditions thermiques hivernales. Il ne tient pas suffisamment compte des valeurs absolues, de la durée du froid et du déficit de chaleur ; le paramètre  $t$  paraît plus convenable.

Il faut insister sur l'insuffisance du réseau climatologique surtout pour les données thermiques : 63 postes seulement, très irrégulièrement répartis. Sur les 104 restants Ch. Sauvage s'est livré à des estimations hasardeuses, dans son laboratoire, avec un simple double décimètre sans même connaître le terrain qu'il voulait cartographier. Dans ces conditions on peut juger de la valeur à accorder au résultat. Mais ne pourront juger que ceux qui connaissent la réalité du terrain.

Nous répèterons encore que la manipulation

des chiffres bien qu'attrayante pour certains est fort dangereuse ; c'est une arme à double tranchant. En conséquence, il est inutile de tenter une synthèse sans une analyse détaillée du milieu, et l'observation doit primer sur les mesures ; celles-ci ne doivent être qu'un complément large-

ment corroboré par les observations. Ces dernières seront faites à l'échelle du phénomène tel qu'il se présente et non pas choisies arbitrairement comme c'est trop souvent le cas. *Natura non imperatur nisi parendo* ; en acceptant cela avec humilité, nous arriverons sûrement au but.

### Ouvrages cités

- DONADIEU P. (1977) : Contribution à une synthèse bioclimatique et phytogéographique au Maroc I.N.A., Rabat.
- EMBERGER L. (1930) : Sur une formule climatique applicable en géographie botanique. *Com. rend. séan. Ac. Sc.* 191 : 389.
- GAUSSEN H., (1962) : Carte bioclimatique de la région méditerranéenne. *U.N.E.S.C.O.*
- LECOMPTE M. et DELANNOY H., (1975) : Méthode d'étude des régimes thermiques en liaison avec les situations météorologiques dans le Moyen Atlas, Maroc. *Bull. Assoc. Géogr. Franç.*
- LEGRIS P. et Coll. : Carte de bioclimats du Maroc C.N.R.S. maquette non éditée.
- PUJOS A. (1966) : Les milieux de la cédraie marocaine. *Ann. Rech. Forest. Maroc* 8.
- PUJOS A. in S.O.G.E.T.I.M., (1957-1959) : Etude des érosions dans le bassin de la Moulouya. *Adm. Eaux et Forêts et de Cons., des Sols.* Rabat, rapport ronéotypé.
- SAUVAGE Ch., (1963) : Etages bioclimatiques. *Atlas du Maroc*, sect. II, planche 6b, notice explicative.