



**HAL**  
open science

# UN CLIMAGRAMME ET UN SYSTÈME D'ÉTAGES PHYTOCLIMATIQUES UTILISABLES SIMULTANÉMENT EN AFRIQUE DU NORD ET EN EUROPE OCCIDENTALE

B Default

► **To cite this version:**

B Default. UN CLIMAGRAMME ET UN SYSTÈME D'ÉTAGES PHYTOCLIMATIQUES UTILISABLES SIMULTANÉMENT EN AFRIQUE DU NORD ET EN EUROPE OCCIDENTALE. *Vie et Milieu / Life & Environment*, 1990, pp.67-78. hal-03035513

**HAL Id: hal-03035513**

<https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-03035513v1>

Submitted on 2 Dec 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# UN CLIMAGRAMME ET UN SYSTÈME D'ÉTAGES PHYTOCLIMATIQUES UTILISABLES SIMULTANÉMENT EN AFRIQUE DU NORD ET EN EUROPE OCCIDENTALE

*A climagram and a phytoclimatic belts system simultaneously utilisable in north Africa and western Europe*

**B. DEFAUT**

*Bédeilhac - Aynat, 09400 Tarascon*

CLIMAGRAMME  
INDICE D'ARIDITÉ  
ÉTAGES PHYTOCLIMATIQUES

CLIMAGRAM  
ARIDITY INDEX  
PHYTOCLIMATIC BELTS

**RÉSUMÉ** — Un climagramme est proposé avec, en abscisses, un nouvel indice d'aridité, dérivé de celui d'Emberger, et en ordonnées, la température moyenne annuelle. Ce climagramme permet la représentation des étages phytoclimatiques depuis le Sahara marocain jusqu'au Nord de la France, au moins.

**ABSTRACT** — A climagram is constructed with a new index of aridity derived from that of Emberger, and the annual mean temperature. It allows to represent phytoclimatic belts from the moroccan Sahara to at least the North of France.

Cette étude a été réalisée en marge d'un travail sur la taxonomie et l'écologie des synusies orthoptériques en région paléarctique occidentale (Defaut, 1987).

Elle comprend d'abord une rapide mise au point sur les notions d'étage bioclimatique et d'étage de végétation, et un essai de définition phytosociologique des étages bioclimatiques. Ensuite je montre comment, au prix de quelques modifications portant sur les paramètres climatiques, on peut étendre à la France non méditerranéenne le climagramme conçu par Emberger pour la région méditerranéenne. Dans la discussion je reviendrai sur les notions d'étage bioclimatique et d'étage de végétation, et dans la conclusion je préciserai la définition climatique du bioclimat méditerranéen et en proposerai une définition phytosociologique.

## **A. Notions d'étage bioclimatique et d'étage de végétation**

L'accord entre les différents auteurs traitant de ces questions n'est pas unanime et la situation est assez embrouillée, malgré plusieurs mises au point

récentes (Ozenda 1973, Daget 1977 b, Donadieu 1977, Achhal *et al.* 1980, notamment) :

Pour Emberger (1964) et pour Sauvage (1963) les expressions « étage bioclimatique » et « étage de végétation » sont synonymes. Selon ces auteurs il existe une relation étroite entre climat et végétation (Emberger, 1942 : p. 105, 1964 : p. 9), de telle sorte que la connaissance du climat en un lieu permet de prévoir la végétation climacique et, réciproquement, l'observation de la végétation permet de déduire le climat.

Au contraire Quezel et ses collaborateurs (*in* Achhal *et al.* 1980) ainsi que Ozenda (1975) adoptent une définition restrictive du terme étage, qui sous-entend une relation préférentielle avec le paramètre température; les étages de végétation sont les tranches altitudinales de la végétation. Ils préconisent les termes « zone » ou « ambiance » pour désigner les étages bioclimatiques ou phytoclimatiques d'Emberger qui, eux, se succèdent à la fois verticalement et horizontalement (Il vaut certainement mieux parler d'étage phytoclimatique pour désigner les étages bioclimatiques construits sur la végétation. C'est ce que je ferai dans la suite de ce

travail). (On pourrait encore signaler Rivas-Martinez (1960) qui utilise le terme « ombro-climat » pour les étages phytoclimatiques (= bioclimatiques) d'Emberger et celui d'« étage bioclimatique » pour les tranches altitudinales de végétation).

Il semble qu'il se pose là, en fait, un double problème : problème de vocabulaire (le terme « étage ») et problème de fond.

Pour ce qui est du vocabulaire, il faut d'abord remarquer que les paramètres climatiques qui varient avec l'altitude (température, mais également pluviosité, continentalité thermique, etc...) varient aussi horizontalement (en fonction de la latitude, de l'éloignement par rapport à la mer, etc...).

C'est pourquoi la zonation verticale de la végétation se retrouve horizontalement : l'étage de végétation est « la réplique biologique du climat » (Emberger 1939, Sauvage 1963). Le mot « étage » pour désigner cette zonation à la fois verticale et horizontale n'est alors peut-être pas très bien choisi, en effet; mais après tout il n'est pas plus choquant que le mot association dans association végétale. De surcroît il a été utilisé dans ce sens par de très nombreux écologues, depuis Emberger jusqu'à aujourd'hui.

Le problème de fond me paraît plus délicat. On peut facilement admettre qu'en Europe non méditerranéenne, c'est-à-dire en climat dépourvu de saison sèche, le facteur température est généralement le responsable principal de la zonation végétale (cette opinion sera reprise et nuancée dans la discussion finale).

Toute la question est alors de savoir si Emberger a eu raison de prétendre qu'en climat méditerranéen l'aridité était le facteur prépondérant pour la végétation. A priori on est tenté de lui donner raison; cependant la réalité botanique de ses étages est niée, au moins implicitement, par les récents travaux de phytosociologie marocaine (dans le Rif, par ex, les forêts de l'*Oleo-Quercion rotundifoliae* correspondraient aux étages bioclimatiques « subhumide, humide et perhumide, exceptionnellement semi-aride supérieur » (Benabid, 1983 : p.103)). Les étages d'Emberger (1939) ne seraient-ils donc que vue de l'esprit? J'ai tenté de répondre par la négative à cette question dans le paragraphe suivant, en proposant une correspondance entre ces étages et les grandes unités phytosociologiques.

### **B. Vers une définition phytosociologique des étages phytoclimatiques**

Ce que je me propose de faire ici ce n'est pas de répertorier le contenu phytosociologique des étages phytoclimatiques d'Emberger mais de redéfinir ceux-ci en les faisant coïncider avec des unités phytosociologiques de rang aussi élevé que possible

(seront pris en compte uniquement les groupements climax dont le déterminisme est essentiellement climatique).

### **1. Remarques préliminaires**

#### *a. Le raccordement des étages méditerranéens français avec les étages marocains*

Pour raccorder les étages méditerranéens français aux étages marocains je me suis appuyé fondamentalement sur l'observation suivante : lorsqu'on passe du domaine climacique des *Quercetea ilicis* à une ambiance plus « fraîche » (au sens hygrique et thermique) on entre dans le domaine des *Quercetea pubescentis*, que ce soit verticalement ou horizontalement, au Maroc ou en France. Cette succession constante n'est pas fortuite; au contraire elle a nécessairement une signification écologique profonde.

D'autre part Emberger (1939) a indiqué que France et Maroc possédaient en commun les étages méditerranéens subhumide et humide. Le premier étage, qui est « avant tout l'étage du Chêne-vert », correspond grosso modo aux *Quercetea ilicis*. L'étage méditerranéen humide, défini comme « l'étage par excellence du Cèdre, du Sapin du Maroc et des Chênes à feuilles caduques » correspond essentiellement, lui, aux *Quercetea pubescentis*, c'est-à-dire à l'étage « subméditerranéen » des auteurs français. Mais ce dernier étage n'appartient pas au climat méditerranéen...

Il y a là une contradiction intéressante. Tout se passe comme si l'abondance de la pluviosité annuelle (au moins 2 000 mm sur les hauts sommets rifains, en climat méditerranéen humide) compensait la sécheresse estivale (environ 50 mm de pluie) pour aboutir finalement à un bioclimat « moyen », de type subméditerranéen c'est-à-dire non méditerranéen; (à titre de comparaison Millau et Valence, en climat subméditerranéen, ont une pluviosité annuelle respectivement de 730 et 845 mm et une pluviosité estivale de 170 et 165 mm : la pluviosité annuelle est moins élevée à Millau et Valence que dans le Rif mais la sécheresse estivale y est moins accentuée). Dans ces conditions ne faudrait-il pas nuancer la définition du climat méditerranéen proposée par Emberger (1943), puis précisée par Daget (1984) en ces termes : pour qu'un climat extratropical soit méditerranéen il faut et il suffit que l'été soit la saison la moins arrosée et que, de plus, il soit sec ? A moins d'accepter que les *Quercetea pubescentis* relèvent d'un climat méditerranéen au Maroc et non méditerranéen en France; mais cela reviendrait à nier toute valeur bioclimatique à la végétation !

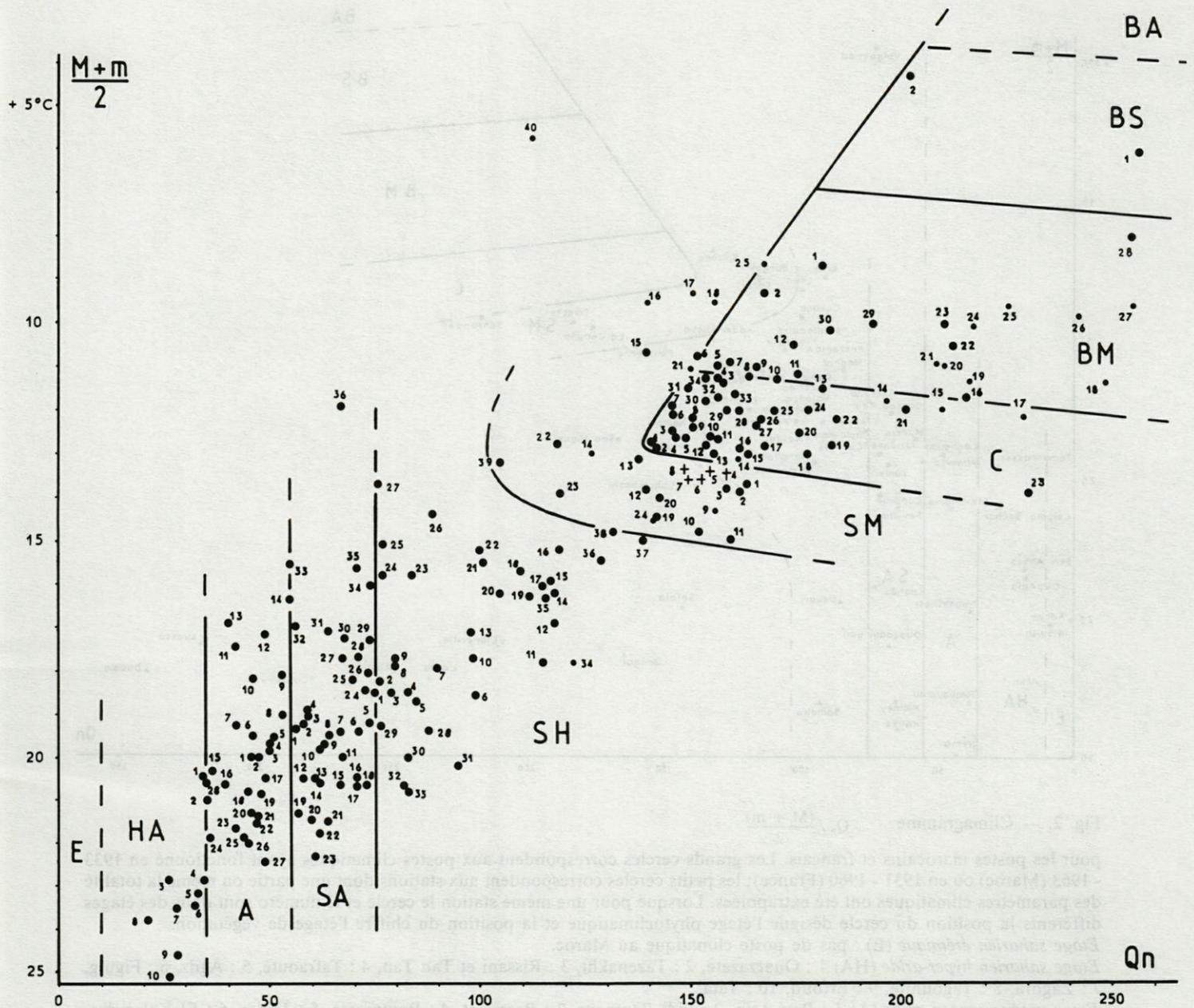


Fig. 1. — Extrait du climagramme  $Q_2/m$  établi par Sauvage (1963) sur les données climatiques de la période 1925-1949. HA : étage méditerranéen hyper-aride; A : étage méditerranéen aride; SA : étage méditerranéen semi-aride; SH : étage méditerranéen subhumide; H : étage méditerranéen humide.

Extract from the  $Q_2/m$  climagram made by Sauvage (1963) with climatic data of 1925-1949 period. HA : Hyper-arid mediterranean belt; A : arid mediterranean belt; SA : semi-arid mediterranean belt; SH : subhumid mediterranean belt; H : humid mediterranean belt.

#### b. Les autres étages marocains

A propos des étages les plus arides du Maroc Emberger (1938, 1939) admet qu'un climat est véritablement désertique si les pluies sont non seulement très faibles mais surtout tombent sans aucune périodicité; la végétation est alors constituée uniquement d'éphémérophytes. Défini ainsi, le « désert-vrai » n'existe pas au Maroc semble-t-il, même

en considérant l'ex-Sahara espagnol (se reporter à la « carte de la végétation méditerranéenne », UNESCO/FAO, 1968).

L'étage méditerranéen saharien sensu Emberger est donc (probablement) ce qu'il y a de plus aride au Maroc. Méditerranéen, cet étage l'est par ses pluies qui tombent régulièrement en saison froide; mais il ne l'est guère par sa végétation: l'élément saharo-arabique domine partout les autres éléments,

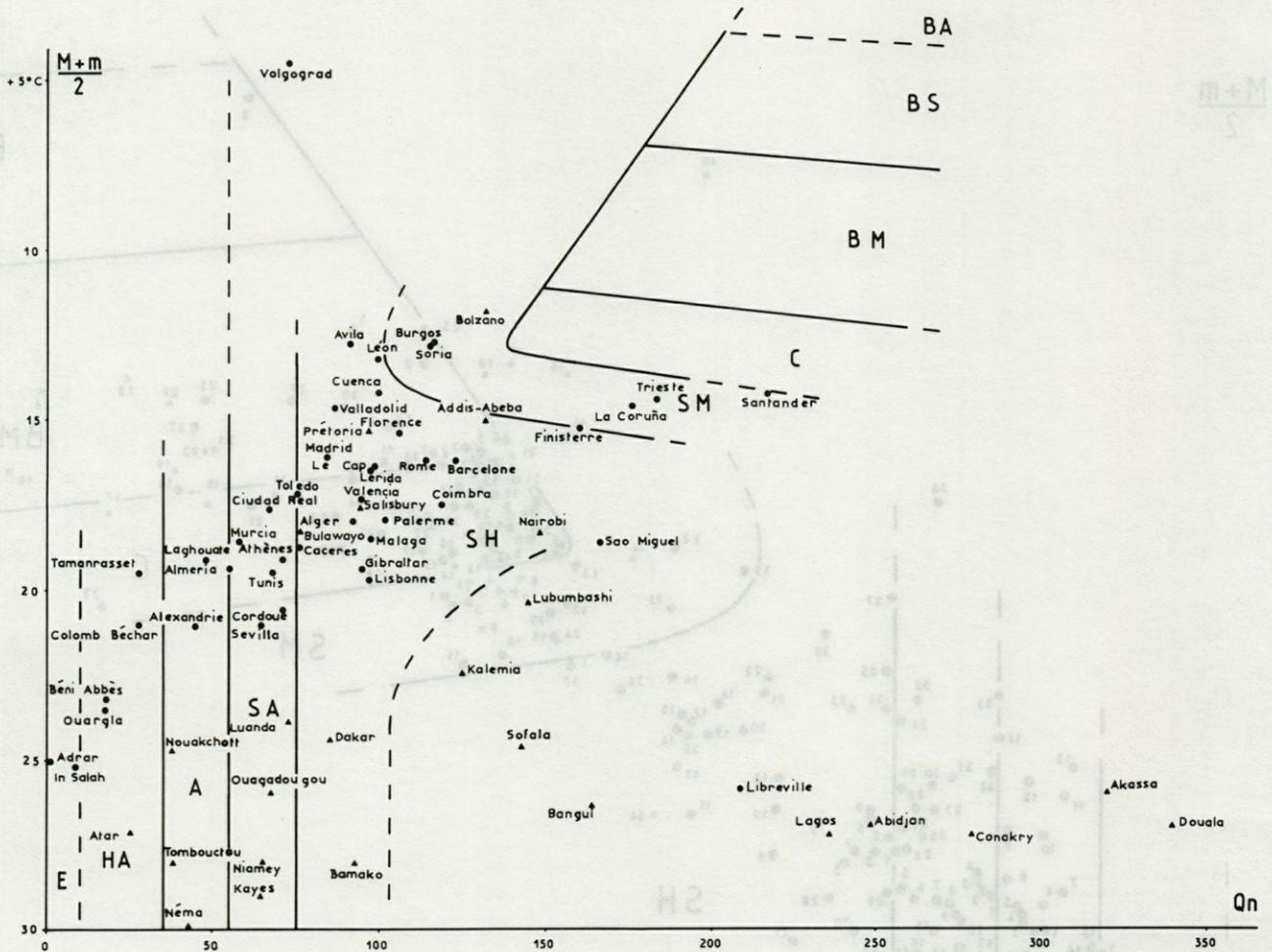


Fig. 2. — Climagramme  $Q_n / \frac{(M+m)}{2}$

pour les postes marocains et français. Les grands cercles correspondent aux postes climatiques ayant fonctionné en 1931 - 1963 (Maroc) ou en 1931 - 1960 (France); les petits cercles correspondent aux stations dont une partie ou même la totalité des paramètres climatiques ont été extrapolées. Lorsque pour une même station le cercle et le numéro sont dans des étages différents la position du cercle désigne l'étage phytoclimatique et la position du chiffre l'étage de végétation.

*Etage saharien érémiq (E)* : pas de poste climatique au Maroc.

*Etage saharien hyper-aride (HA)* 1 : Ouarzazate, 2 : Tazenakht, 3 : Rissani et Tan Tan, 4 : Tafraoute, 5 : Agdz, 6 : Figuig, 7 : Zagora, 8 : Tagounite, 9 : Erfoud, 10 : Tata.

*Etage méditerranéen aride (A)* 1 : Bou Arfa, 2 : Sidi Benmour, 3 : Berguent, 4 : Boutarzate, 5 : Midar, 6 : El Kelaa-des-Mgounaa, 7 : Tiznit, 8 : Berrechid, 9 : Dar Driouch, 10 : Boulmane-du-Dadès, 11 : Outate-el-Haj, 12 : Agadir, 13 : Irherm, 14 : Arhbalou, 15 : Ksar-es-Souk, 16 : Taroudant, 17 : Zaouia-Lalla, 18 : Guercif, 19 : Youssoufia, 20 : Tamar, 21 : El Borouj, 22 : Marrakech, 23 : Ben Guerir, 24 : Argana, 25 : Imfout, 26 : El-Kelaa-des-Sraghna, 27 : Had-des-Draa.

*Etage méditerranéen semi-aride (SA)* 1 : Rommani, 2 : Khourigba, 3 : Oujda, 4 : Safi, 5 : Melilla, 6 : Meknès, 7 : Al Hoceima, 8 : Ben Slimane, 9 : Ain Taoujdate, 10 : Tedders, 11 : Fès, 12 : Sidi Slimane, 13 : Ain Johra, 14 : Tiflète, 15 : Souk-el-Arbaa-du-Gharb, 16 : Khenifra, 17 : Bin-el-Ouidane, 18 : Taza, 19 : Ait Ourir, 20 : El Kansera, 21 : Karia-ba-Mohamed, 22 : Kasba Tadla, 23 : Tissa, 24 : Moulay-bou-Azza, 25 : Amismiz, 26 : Aknoul, 27 : Bouznika, 28 : Mohammedia, 29 : Casablanca, 30 : El Khatouate, 31 : El Jadida, 32 : Midelt, 33 : Asemrir, 34 : Essaouira, 35 : Berkine, 36 : Outerbate.

*Etage méditerranéen subhumide (SH)* 1 : Kénitra, 2 : Rabat, 3 : Larache, 4 : Oulmès, 5 : Ceuta, 6 : Chaouène, 7 : Tainaste, 8 : Sefrou, 9 : El Hajeb, 10 : Azrou, 11 : Tanger, 12 : St Jean-Cap-Ferrat, 13 : Ain Leuh, 14 : Toulon, 15 : Nîmes, 16 : St Raphaël, 17 : Cap Béar, 18 : Marseille, 19 : Montpellier, 20 : Bastia, 21 : Ajaccio, 22 : Marignane, 23 : Arhala, 24 : Tizi-n'Test, 25 : Immouzère-des-Marmoucha, 26 : Immouzère-du-Kandar, 27 : Ait Mahmed, 28 : Tétouan, 29 : Berkane, 30 : Khémis, 31 : Zoumi, 32 : Ouezzane, 33 : Taounate, 34 : Jbel Oudka (Maison forestière), 35 : Perpignan, 36 : Nice, 37 : Orange, 38 : Carcassonne, 39 : Ifrane, 40 : Jbel Bou-Iblane (sommets).

*Etage subméditerranéen (SM)* 1 : Bordeaux, 2 : Cazeaux, 3 : Mont-de-Marsan, 4 : Angoulême, 5 : La Rochelle et Gourdon, 6 : Pointe-de-Chassiron, 7 : Cognac, 8 : St Genis-Laval, 9 : Pointe-de-la-Coubre, 10 : Montélimar, 11 : Cap Ferret, 12 : Toulouse, 13 : Millau, 14 : Comps, 15 : Embrun, 16 : Briançon, 17 : Les Escalles, 18 : Barcelonnette, 19 : Valence, 20 : Agen, 21 : Gap, 22 : Bab-bou-Idir, 23 : Ketama, 24 : Jbel Oudka (sommets), 25 : Jbels Tissirène et Tidirhine (sommets).

*Etage collinéen (C)* 1 : Poitiers, 2 : Angers, 3 : Clermont-Ferrand, 4 : Baugé, 5 : Tours et le Mans, 6 : Orléans et Melun, 7 : Chartres, 8 : Auxerre, 9 : Bourges, 10 : Rennes et St Maur, 11 : Chateauroux, 12 : Paris (Montsouris), 13 : Nantes et Belle-Île, 14 : Jbel Sougna (sommet), 15 : Carnac, 16 : Bron, 17 : Ile de Groix, 18 : Pau, 19 : Ile d'Ouessant, 20 : Ile de Bréhat, 21 : Cherbourg, 22 : Lorient, 23 : Biarritz, 24 : Ambérieu, 25 : Limoges et Grenoble, 26 : Mâcon, 27 : Vichy, 28 : Nevers, 29 : St Etienne, 30 : Trappes, 31 : Reims, 32 : Alençon et Dijon, 33 : Rouen et Caen, 34 : Metz.

*Etage boréo-montagnard (BM)* 1 : Lus-La-Croix-Haute, 2 : Bourg-st-Maurice, 3 : Beauvais, 4 : Strasbourg, 5 : Boulogne, 6 : Le Puy, 7 : Mulhouse, 8 : Lille et Dunkerque, 9 : St Quentin, 10 : La Hève, 11 : Abbeville, 12 : Luxeuil, 13 : Challes-les-Eaux, 14 : Le Faouet, 15 : Coulouvray, 16 : Brest, 17 : Coray, 18 : Brennilis, 19 : Bouvante, 20 : Arbois, Bolbec et Royère, 21 : Lons-Le-Saunier, 22 : Belfort, 23 : Chateau-Chinon, 24 : Pontarlier, 25 : Mont-Dore, 26 : Col-du-Lioran, 27 : Les Rousses, 28 : St Hilaire-du-Touvet, 29 : Tarare-les-Sauvages, 30 : Langres et Mont-Saint-Vincent.

*Etage boréo-subalpin (BS)* 1 : Mont Aigoual, 2 : Mont Ventoux.  $Q_n / \frac{(M + m)}{2}$  climagram for the french and moroccan climatic stations. Large circles are indicating the climatic stations having functioned for 1933-1963 (Morocco) or 1931-1960 (France); small circles are indicating stations for which part or else all of climatic parameters have been extrapolated. When for a same station the circle and the number are situated in distinct belts the circle's place indicates phytoclimatic belt and number's place indicates vegetation belt.

Eremitic saharian belt (E) : no climatic station in Morocco.

Hyper-arid saharian belt (HA) 1 : Ouarzazate, 2 : Tazenakht, 3 : Rissani and Tan Tan, 4 : Tafraoute, 5 : Agdz, 6 : Figuig, 7 : Zagora, 8 : Tagounite, 9 : Erfoud, 10 : Tata.

Arid mediterranean belt (A) 1 : Bou Arfa, 2 : Sidi Benmour, 3 : Berguent, 4 : Boutarzate, 5 : Midar, 6 : El Kelaa-des-Mgounaa, 7 : Tiznite, 8 : Berrechid, 9 : Dar Driouch, 10 : Boulmane-du-Dadès, 11 : Outate-el-Haj, 12 : Agadir, 13 : Irherm, 14 : Arhbalou, 15 : Ksar-es-Souk, 16 : Taroudant, 17 : Zaouia-Lalla, 18 : Guercif, 19 : Youssoufia, 20 : Tamanar, 21 : El Borouj, 22 : Marrakech, 23 : Ben Guerir, 24 : Argana, 25 : Imfout, 26 : El-Kelaa-des-Sraghna, 27 : Had-des-Draa.

Semi-arid mediterranean belt (SA) 1 : Rommani, 2 : Khourigba, 3 : Oujda, 4 : Safi, 5 : Melilla, 6 : Meknès, 7 : Al Hoceima, 8 : Ben Slimane, 9 : Aïn Taoujdate, 10 : Tedders, 11 : Fès, 12 : Sidi Slimane, 13 : Aïn Johra, 14 : Tiflète, 15 : Souk-el-Arbaa-du-Gharb, 16 : Khenifra, 17 : Bin-el-Ouidane, 18 : Taza, 19 : Aït Ourir, 20 : El Kansera, 21 : Karia-ba-Mohamed, 22 : Kasba Tadla, 23 : Tissa, 24 : Moulay-bou-Azza, 25 : Amismiz, 26 : Aknoul, 27 : Bouznika, 28 : Mohammedia, 29 : Casablanca, 30 : El Khatouate, 31 : El Jadida, 32 : Midelt, 33 : Asemrir, 34 : Essaouira, 35 : Berkine, 36 : Outerbate.

Subhumid mediterranean belt (SH) 1 : Kénitra, 2 : Rabat, 3 : Larache, 4 : Oulmès, 5 : Ceuta, 6 : Chaouène, 7 : Tainaste, 8 : Sefrou, 9 : El Hajeb, 10 : Azrou, 11 : Tanger, 12 : St Jean-Cap-Ferrat, 13 : Aïn Leuh, 14 : Toulon, 15 : Nîmes, 16 : St Raphaël, 17 : Cap Béar, 18 : Marseille, 20 : Bastia, 21 : Ajaccio, 22 : Marignane, 23 : Arhbalou, 24 : Tizi-n'Test, 25 : Immouzère-des-Marmoucha, 26 : Immouzère-du-kandar, 27 : Aït Mahmed, 28 : Tétouan, 29 : Berkane, 30 : Khémis, 31 : Zoumi, 32 : Ouezzane, 33 : Taounate, 34 : Jbel Oudka (forester's lodge), 35 : Perpignan, 36 : Nice, 37 : Orange, 38 : Carcassonne, 39 : Ifrane, 40 : Jbel Bou-Iblane (summit).

Submediterranean belt (SM) 1 : Bordeaux, 2 : Cazeaux, 3 : Mont-de-Marsan, 4 : Angoulême, 5 : La Rochelle and Gourdon, 6 : Pointe-de-Chassiron, 7 : Cognac, 8 : St Genis-Laval, 9 : Pointe de la Coubre, 10 : Montélimar, 11 : Cap Ferret, 12 : Toulouse, 13 : Millau, 14 : Comps, 15 : Embrun, 16 : Briançon, 17 : Les Escales, 18 : Barcelonnette, 19 : Valence, 20 : Agen, 21 : Gap, 22 : Bab-bou-Idir, 23 : Ketama, 24 : Jbel Oudka (summit), 25 : Jbels Tissirène and Tidirhine (summits).

Hillean belt (C) 1 : Poitiers, 2 : Angers, 3 : Clermont-Ferrand, 4 : Baugé, 5 : Tours and Le Mans, 6 : Orléans et Melun, 7 : Chartres, 8 : Auxerre, 9 : Bourges, 10 : Rennes et St Maur, 11 : Chateauroux, 12 : Paris (Montsouris), 13 : Nantes et Belle-Île, 14 : Jbel Sougna (summit), 15 : Carnac, 16 : Bron, 17 : Ile de Groix, 18 : Pau, 19 : Ile d'Ouessant, 20 : Ile de Bréhat, 21 : Cherbourg, 22 : Lorient, 23 : Biarritz, 24 : Ambérieu, 25 : Limoges et Grenoble, 26 : Mâcon, 27 : Vichy, 28 : Nevers, 29 : St Etienne, 30 : Trappes, 31 : Reims, 32 : Alençon et Dijon, 33 : Rouen et Caen, 34 : Metz.

Boreo-mountain belt (BM) 1 : Lus-La Croix-Haute, 2 : Bourg-st-Maurice, 3 : Beauvais, 4 : Strasbourg, 5 : Boulogne, 6 : Le Puy, 7 : Mulhouse, 8 : Lille et Dunkerque, 9 : St Quentin, 10 : La Hève, 11 : Abbeville, 12 : Luxeuil, 13 : Challes-les-Eaux, 14 : Le Faouet, 15 : Coulouvray, 16 : Brest, 17 : Coray, 18 : Brennilis, 19 : Bouvante, 20 : Arbois, Bolbec et Royère, 21 : Lons-le-Saunier, 22 : Belfort, 23 : Chateau-Chinon, 24 : Pontarlier, 25 : Mont-Dore, 26 : Col-du-Lioran, 27 : Les Rousses, 28 : St Hilaire-du-Touvet, 29 : Tarare-les-Sauvages, 30 : Langres et Mont-Saint-Vincent.

Boreo-subalpin belt (BS) 1 : Mont Aigoual, 2 : Mont Ventoux.

notamment l'élément méditerranéen et l'élément tropical. Cela se vérifie d'ailleurs sur l'ensemble du Sahara, excepté le « Sahara méridional » (sensu Quezel, 1965) qui appartient par sa végétation au Sahel. Corrélativement les unités phytosociologiques de rang supérieur (ordre et classe) sont spéciales à la région saharo-arabique. Tout ceci traduit une unité phytoclimatique indéniable.

Ainsi, en deçà d'un certain seuil (50 mm ou bien 100 mm selon les auteurs, et peut-être selon les endroits), le rythme des précipitations n'importe guère pour la végétation, l'insuffisance des pluies

primant tout. Je propose alors de séparer les notions d'étages « sahariens » et d'étages « méditerranéens »; la distinction reposera sur les critères suivants :

— Etages sahariens (L'adjectif « sahariens » a ici un sens très général, aussi général que celui attribué à « méditerranéen » par Emberger pour ses étages phytoclimatiques) : pluies très faibles, inférieures à 100 mm/an selon Quezel, 1965 (mais à 50 mm/an en Algérie selon Barry et Celles, 1972/73). Végétation fugace (éphémérophytes), ou bien végétation pérenne mais contractée (c'est-à-dire confinée aux

dépansions topographiques) ou diffuse. Les associations principales appartiennent aux *Salsolito-Nitrarietalia*, aux *Asterisceto-Forskaletea* et aux *Pergulariето-Pulicarietea*.

— Etages méditerranéens : pluies supérieures à 100 (ou 50) mm/an et tombant pendant la saison froide. La végétation climacique est dense (steppes denses, matorrals, forêts). Les associations climaciques relèvent des *Quercetea ilicis* ou des *Ononido-Rosmarinetea*.

### c. Les autres étages français

Pour les étages présents seulement en France on remarquera que les hêtraies des *Fagetalia silvaticae* s'observent en altitude dans le Sud et le centre du pays (postes climatiques du Lus-La-Croix Haute, Pontarlier, Col-du-Lioran, St Hilaire-du-Touvet, Tarare-les-Sauvages, Les Rousses, Bouvante, Mont-Dore, Mt St Vincent, Royère, Arbois, Lons-le-Saunier...) et aussi dans les plaines du Nord et du Nord-Ouest (Abbeville, St Quentin, Challes, Le Faouet, Coulouvray, Vengeons, Coray, Brennilis, Bolbec...). Je propose de voir là l'étage « boréo-montagnard ». Il est à noter que certaines chênaies acidophiles du *Quercion robori-petraeae* (étage collinéen) sont intriquées avec les hêtraies septentrionales dont elles constituent probablement un stade de dégradation (Gehu, 1971) : dans le Nord de la France, la Belgique, le Danemark, l'Allemagne, etc...

Les fruticées arborées subalpines et les pelouses alpines des montagnes françaises étant respectivement affines (plus ou moins) des taïgas et des toundras des hautes latitudes on peut alors parler d'étages « boréo-subalpin » et « boréo-alpin ».

## 2. Correspondances proposées entre étages phytoclimatiques et unités phytosociologiques

Les correspondances proposées ci-dessous pourront être affinées ultérieurement; elles devront surtout être complétées par des données concernant la péninsule ibérique et l'Europe du Nord, en particulier.

### ETAGE SAHARIEN EREMIQUE (E sur les fig. 2 et 3)

(Etage érémitique supérieur de Quezel, 1965, étage érémitique supérieur de Barry et Celles, 1972/73).

Pas de végétation, ou végétation fugace, constituée uniquement d'éphémérophytes. C'est le désert vrai au sens d'Emberger (et, comme on l'a dit plus haut, cet étage ne semble pas être représenté sur le territoire marocain).

### ETAGE SAHARIEN HYPER-ARIDE (HA)

(Etage méditerranéen saharien au sens d'Emberger)

Sur les hammadas et les rocailles, *Asterisceto-Forskaletea* Quezel, 1965 (au Maroc *Atractylion babelii* Lemee, 1953, nov. stat. Quezel, 1965, *Senecion flavi* Quezel, 1965) : pseudo-steppes à *Fredolia aretioides* (= *Anabasis a.*), notamment.

Dans les dépansions, *Pergulariето-Pulicarietea* Quezel, 1965 (au Maroc *Anthirrhineto-Zillion* Quezel, 1965, *Acaciето-Panicion* Quezel, 1954) : savannes désertiques à épineux (avec *Acacia raddiana* en particulier).

Dans les terrains salés, *Salsolito-Nitrarietalia* Quezel, 1965; cet ordre dépend des *Salicornietea* Br.-Bl. et Tx., 1943; (au Maroc, probablement l'alliance *Limoniastreto-Zygophyllion* Quezel).

(En ce qui concerne la végétation des sables l'étude de Quezel, 1965, n'a pas permis à cet auteur de préciser les unités de rang supérieur à celui de l'association).

Selon le mode d'occupation du sol par la végétation divers auteurs ont distingué, du plus aride au moins aride, une steppe contractée (étage érémitique moyen au sens de Quezel, 1965, étage érémitique moyen au sens de Barry et Celles, 1972/73) et une steppe diffuse (étages érémitique inférieur et érémitique inférieur pour les mêmes auteurs). Ces subdivisions ont plutôt valeur de sous-étage que d'étage (sous-étage inférieur pour la steppe contractée, supérieur pour la steppe diffuse).

### ETAGE MEDITERRANEEN ARIDE (A)

Steppes denses, climaciques, des *Quercetea ilicis* Br.-Bl., 1947.

Steppes arborées des *Acacio-Arganietalia* Barbero et al., 1982 (*Acacion gummiferae* Barbero et al., 1981, *Senecio-Arganion* Barbero et al., 1982 : steppes à Gommier, à Arganier, à Betoum), et steppes à Alfa ou à Chih (leur étude phytosociologique n'a pas encore été faite au Maroc).

### ETAGE MEDITERRANEEN SEMI-ARIDE (SA)

Matorrals arborés climaciques des *Quercetea ilicis* : *Pistacio-Rhamnietalia* Rivas-Martinez (1975), *Asparago-Rhamnion* Rivas-Goday, 1964, em. Rivas-Martinez, 1975 (seulement deux des trois sous-alliances), avec bétoumaies, callitriaias, oléastriaias, junipéraiies rouges (des associations des *Pistacio-Rhamnietalia* sont présentes dans les étages méditerranéens plus humides mais elles n'y sont pas climaciques (exception pour le *Juniperion lyciae* : fourrés littoraux climaciques à Genévrier rouge (« correction » induite par l'existence d'embruns salés ?)) : elles représentent des stades de dégradation des groupements forestiers des *Quercetalia ilicis*).

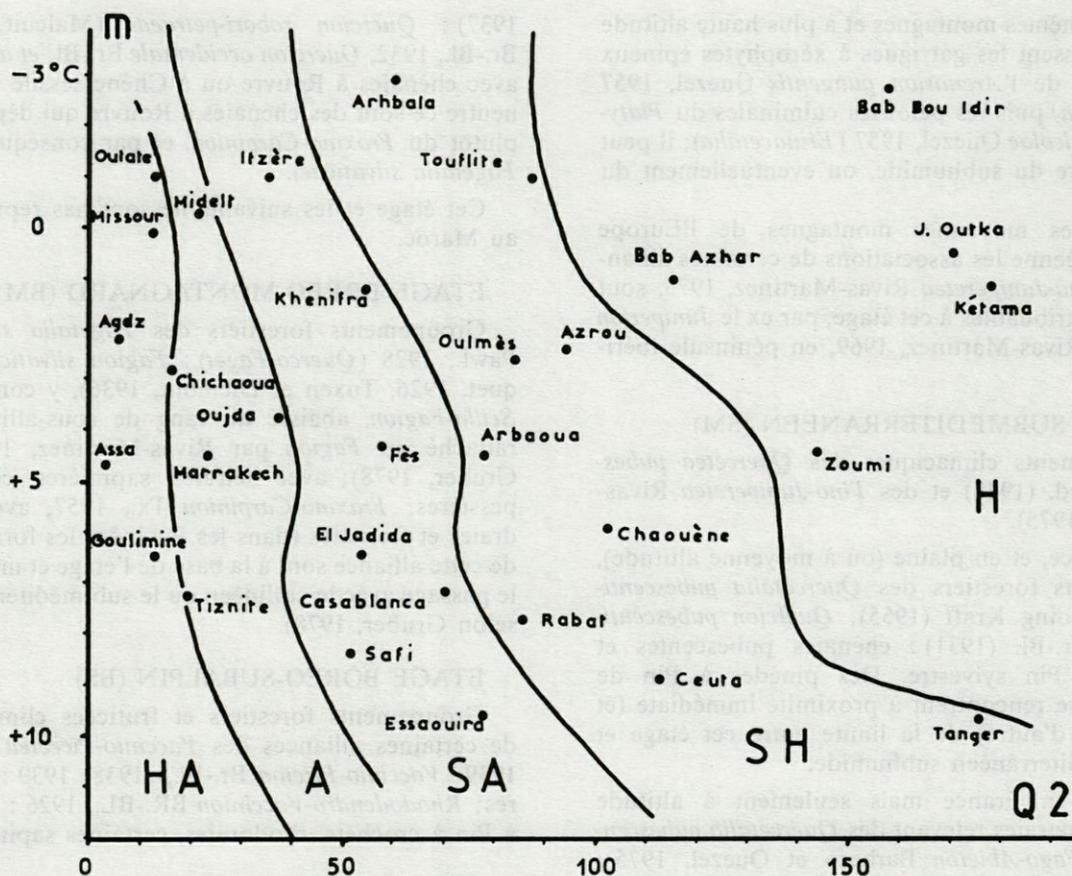


Fig. 3. — Climagramme  $Q_n / \frac{(M + m)}{2}$

avec d'autres postes climatiques européens et africains. P' est situé en saison froide (postes climatiques représentés par des triangles) ou bien en saison chaude (postes représentés par des cercles).

$$Q_n / \frac{(M + m)}{2}$$

climagram with other european and african climatic stations. P' is situated in cold season (climatic stations represented by triangles) or else in hot season (stations represented by circles).

#### ETAGE MEDITERRANEEN SUBHUMIDE (SH)

En plaine ou à moyenne altitude, groupements forestiers des *Quercetea ilicis*: *Quercetalia ilicis* Br.-Bl., (1931) 1936. Du plus chaud (ou xérique) au plus frais, d'abord *Oleo-Quercion* Barbero *et al.*, 1981: chênaies vertes surtout, mais aussi coccifères, subéraies, chênaies caducifoliées, callitriaies, oléastraies (Maroc); puis *Balansaeo-Quercion* Barbero *et al.*, 1981 (Maroc), ou *Quercion ilicis* Br.-Bl., (1931) 1936 (France), ou *Quercion rotundifoliae* Rivas-Goday, 1959 (France): chênaies vertes, subéraies, chênaies caducifoliées.

A haute altitude sur le Haut-Atlas et le Moyen-Atlas, garrigues climaciques de l'*Ormenion scariosae* Quezel, 1957 (*Erinacetalia* Quezel, 1951, *Ononido-Rosmarineta* Br.-Bl., 1947). En fait l'interprétation bioclimatique de ces garrigues à xérophytes épineux en coussin, intimement associées à des thurifères, n'est pas immédiate; dans le Haut-Atlas occidental

et central ces formations succèdent en altitude aux chênaies vertes subhumides du *Balansaeo-Quercion* (observations d'après Quezel, 1957, et Barbero *et al.*, 1981); et s'il est vrai que la pluviosité diminue avec l'altitude à partir de ce niveau on pourrait alors y voir soit une variante sèche et froide de l'étage subhumide, soit déjà l'étage semi-aride comme le pensait Emberger; mais sur le flanc Nord du Jbel Bou-Iblane (Moyen-Atlas Oriental) la thuriféraire et les garrigues de l'*Ormenion* succèdent à une cédraie subméditerranéenne (*Quercetea pubescentis*), (observations d'après Quezel (1957) et Barbero *et al.* (1981)); cela incite fortement à y voir une variante très froide du subhumide plutôt que du semi-aride; d'ailleurs cette conclusion est mieux en accord avec ce que l'on sait de la distribution de cette espèce dans le Sud-Est de la France (à lire Ozenda (1975) il semble que *J. thurifera* et les groupements de l'*Ormenion* pénètrent assez loin dans l'étage subméditerranéen).



où P est la hauteur annuelle des précipitations, en mm, M la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud et m la moyenne des températures minimales du mois le plus froid, en degrés Celsius; et

$$Q_2 = \frac{1\,000\,P}{\left(\frac{M+m}{2}\right)(M-m)}$$

dans laquelle M et m sont exprimés en degrés Kelvin, ce qui permet d'éviter les valeurs négatives pour

$$\frac{(M+m)}{2}$$

Avec M et m exprimés en degrés Celsius cette formule s'écrit :

$$Q_2 = \frac{1\,000\,P}{\left[\left(\frac{M+m}{2}\right) + 273\right](M-m)}$$

Sur le diagramme construit par Sauvage (1963), avec  $Q_2$  sur l'un des axes et m sur l'autre axe ou « climagramme  $Q_2/m$  », la végétation spontanée des postes climatiques marocains se répartit selon des bandes régulièrement étagées, qui sont les étages de végétation, ou étages phytoclimatiques (fig. 1) tout cela est désormais très classique (Lemée 1967, Molinier et Vignes 1971, Daget 1977 b, 1984, Ozenda 1982, Dajoz 1982,...) (à propos de la nécessaire distinction entre les notions d'étage de végétation et d'étage phytoclimatique, voir la discussion finale)..

Mais, comme l'ont fait observer ses promoteurs, le  $Q_2$  d'Emberger est adapté au climat méditerranéen et uniquement à lui (il est d'ailleurs facile de vérifier que des localités non méditerranéennes comme Paris ou Angers, par ex, se placent au sein de l'étage méditerranéen subhumide sur le climagramme  $Q_2/m$ ). Il était donc nécessaire pour mon travail de trouver 2 nouveaux paramètres climatiques tels que le climagramme correspondant montre une répartition harmonieuse des étages de végétation, depuis les stations les plus arides du Maroc jusqu'aux stations les plus fraîches de France.

## 2. Les paramètres climatiques proposés pour le nouveau climagramme

Après diverses tentatives infructueuses j'ai, pour finir, simplement modifié la formule du quotient pluviothermique d'Emberger et changé le paramètre exprimant la température.

Concernant l'expression de l'aridité climatique le problème à résoudre consistait à prendre en compte non seulement l'aridité annuelle globale, ce qui est déjà atteint avec  $Q_2$ , mais aussi l'aridité de la saison sèche. En effet, s'il pleut annuellement davantage à Ifrane (1100 mm) qu'à Paris (620 mm), c'est à Ifrane que l'été est « sec » (51 mm, contre 177 mm à Paris, pour ne parler que de la pluviosité); d'où la présence

d'une flore typiquement « méditerranéenne », c'est-à-dire adaptée à la sécheresse de la saison chaude (la sécheresse d'une période donnée est généralement exprimée par le rapport entre sa pluviosité et sa température moyenne; Emberger (1942, 1943) a adopté un mode d'évaluation voisin pour la sécheresse estivale :  $S = PE/M$ , où PE est la pluviosité estivale); cette formule n'est pas empruntée à Giacobbe (qui a d'ailleurs proposé une formule légèrement différente :  $PE/M \times 100$ ), mais a été élaborée par Emberger « en toute indépendance » (Emberger, 1953, p. 25).

Par tâtonnement je suis arrivé à une formule qui paraît satisfaisante :

$$\frac{100(P + 10P')}{\left[\left(\frac{M+m}{2}\right) + 30\right](M-m)}$$

où P' est la pluviosité du trimestre le plus sec; M et m sont exprimés en degrés Celsius. Cet abandon des degrés Kelvin répond à une critique du  $Q_2$  formulée notamment par Sauvage (1963 : p. 26) et par Ozenda (1982 : p. 183), selon laquelle

$$\frac{(M+m)}{2}$$

exprimé en degré K varie fort peu en valeur relative. L'addition de la constante + 30 permet d'éviter les valeurs négatives.

En fait j'utilise la formule

$$Q_n = 10 \sqrt{\frac{100(P + 10P')}{\left[\left(\frac{M+m}{2}\right) + 30\right](M-m)}}$$

qui a l'avantage de beaucoup mieux équilibrer la surface des différents étages de végétation sur le climagramme.

Pour l'ordonnée du climagramme j'ai fait des essais avec m, M, M - m et  $\frac{(M+m)}{2}$

Les résultats les meilleurs, et de loin, ont été obtenus avec  $\frac{(M+m)}{2}$

(qui est, notons le, assimilable approximativement à la température moyenne annuelle).

## 3. Le climagramme $Q_n / \frac{(M+m)}{2}$ au Maroc et en France (Fig. 2)

Ayant construit le climagramme

$$Q_n / \frac{(M+m)}{2}$$

avec la totalité des postes climatiques marocains qui ont fonctionné pendant la période 1933-1963 (Thauvin et Zivcovic, 1969) et la totalité des postes français qui ont fonctionné en 1931-1960 (Garnier, 1967) j'ai complété en plaçant quelques stations supplémentaires dont j'ai calculé les paramètres climatiques à partir de cartes que j'ai établies spécia-

lement à cet effet (stations marocaines), ou bien (stations françaises) à partir de « l'Atlas climatique de la France » publié par la Météorologie Nationale (Paris, 1969); j'ai tenté de pallier l'insuffisance des postes climatiques dans les étages boréo-montagnard à boréo-alpin en utilisant mes observations sur la végétation des stations orthoptériques. Dans le climagramme, j'ai volontairement placé la température en ordonnées, et non en abscisses, et je l'ai fait décroître vers le haut, car ainsi la succession des étages ou sous-étages qui sont sous la dépendance de ce facteur ressemble à celle qu'on dessine sur les coupes topographiques.

a. *Les étages phytoclimatiques marocains sur le*

$$\text{climagramme } Q_n / \frac{(M + m)}{2}$$

La plupart des postes climatiques marocains s'inscrivent dans le même étage phytoclimatique que sur le climagramme  $Q_2 / m$  de Sauvage (1963). Les exceptions, une quinzaine, s'expliquent facilement :

d'une part j'ai « redressé », après Le Houerou (1958, 1959) et Gounot (1958), (in Daget (1977 b)), les contours des étages (les contours très ondulés adoptés par Sauvage ne sont pas justifiables autrement que par le souci de faire entrer à tout prix tel poste climatique dans tel étage; cependant il est bien connu aujourd'hui que des « corrections » locales, édaphiques notamment, peuvent permettre le développement d'une végétation en désaccord avec le climat général);

d'autre part la valeur des paramètres climatiques a notablement varié pour certains postes entre la période 1925-1949, utilisée par Sauvage pour le climagramme  $Q_2 / m$ , et la période 1933-1963 utilisée ici. On observe en effet que ces postes changent d'étage sur le même climagramme  $Q_2 / m$  selon que l'on considère l'une ou l'autre période.

Indépendamment des postes climatiques, j'ai voulu savoir si les sommets les plus copieusement arrosés du Maroc (ils sont tous dans le Rif) se placeraient correctement sur le climagramme

$$Q_n / \frac{(M + m)}{2}$$

On sait (Benabid, 1982, 1984) qu'ils portent une végétation relevant des *Quercetea pubescentis*, ce qui désigne l'étage subméditerranéen. Or sur le climagramme les 3 sommets retenus Jbels Sougna, Tissirène et Tidirhine tombent en limite de l'étage subméditerranéen et des étages collinéen ou boréo-montagnard; cela est plutôt satisfaisant (d'autant que les paramètres climatiques que j'ai calculés pour ces sommets sont forcément approximatifs).

Enfin le climagramme

$$Q_n / \frac{(M + m)}{2}$$

apporte au moins une amélioration par rapport à celui de Sauvage : Zoumi vient se placer dans l'étage

méditerranéen subhumide et non plus dans l'étage subméditerranéen (= « méditerranéen humide »), ce qui est visiblement souhaité par Sauvage (1963 : p. 21).

b. *Les étages phytoclimatiques français sur le*

$$\text{climagramme } Q_n / \frac{(M + m)}{2}$$

Sauvage (1963) a porté un certain nombre de localités méditerranéennes françaises sur son climagramme  $Q_2 / m$ .

Sur les 14 localités méditerranéennes pour lesquelles j'ai pu calculer  $Q_2$  et  $Q_n$  seuls Orange et Nice changent d'étage avec le nouveau climagramme : ils passent du subméditerranéen (très près de la limite inférieure) au méditerranéen subhumide, ce qui est mieux en accord avec la végétation.

Pour ce qui est du domaine climatique non méditerranéen on observe sur le climagramme que le remplacement des chênaies rouvres de l'étage collinéen par les chênaies pubescentes de l'étage subméditerranéen s'opère en vertu d'une modification soit du facteur température, soit du facteur aridité :

— A degré d'aridité égal le remplacement se produit quand la température moyenne annuelle augmente (chênaies rouvres à Tours, Chateauroux, Pau, etc..., chênaies pubescentes ou formations équivalentes à Toulouse, Agen, Cazaux, etc...).

— A température annuelle égale le remplacement s'opère quand l'aridité climatique augmente (rouvraies à Angers, Metz, ..., et chênaies pubescentes à Comps, Gap, Embrun).

C'est du moins l'explication que suggère fortement le dessin en croissant formé par l'étage subméditerranéen autour de l'étage collinéen.

En somme, l'apparition d'une végétation subméditerranéenne (sensu lato) latéralement au collinéen ou au boréo-montagnard dépend d'une augmentation de l'aridité ou bien (chênaies pubescentes thermophiles) d'une augmentation de la température, tandis que les étages plus humides et (ou) plus froids que le subméditerranéen répondent à un déterminisme essentiellement thermique.

#### 4. DISCUSSION

D'une manière générale on pourrait objecter que je n'ai pas attribué à la continentalité thermique le rôle qui lui revient dans la définition des étages phytoclimatiques en Europe non méditerranéenne. En effet plusieurs auteurs distinguent 2 ou 3 étages à l'intérieur de ce que j'appelle l'étage collinéen : étage atlantique (dans les Pyrénées, végétation appartenant aux séries du Chêne pédonculé et du Chêne tauzin), étage collinéen médio-européen (sé-

rie du Chêne sessile), voire encore (Dupias, 1985 : p. 65) étage sub-atlantique.

En réalité le même problème se pose également en Afrique du Nord; ainsi Debrach (1953) a proposé une classification des climats marocains basés sur la continentalité thermique, repérée par  $M - m$  : climats insulaire, littoral, semi-continentale et continentale. Une telle classification pourrait facilement trouver une justification botanique; par ex Agadir et Midelt (qui relèvent du même étage aride selon Emberger) sont respectivement en climat littoral ( $M - m = 19,7^\circ\text{C}$ ) et en climat semi-continentale (presque continentale :  $M - m = 34,4^\circ\text{C}$ ), et leur végétation climacique est pour l'une l'arganeraie et pour l'autre la steppe à Alfa ou à Armoise blanche.

L'idéal serait donc certainement de situer les postes climatiques non sur un diagramme, comme je le fais, mais sur un graphique à 3 ou même à  $n$  axes; cela permettrait de prendre en compte conjointement l'aridité, la température moyenne annuelle, la température estivale, la température hivernale, la continentalité thermique, la durée d'insolation, l'hygrométrie de l'air, le régime des vents, la nébulosité, etc...

Si l'on veut ne retenir que 2 paramètres, par commodité de représentation graphique, je suis d'accord avec Emberger pour accorder la priorité à l'aridité et à la température, avec cette différence que j'ai adopté la température moyenne annuelle au lieu de la température hivernale.

Pour être complète, la définition des étages phytoclimatiques devrait tenir compte aussi des corrections écologiques introduites par des situations locales particulières (en relation avec l'orientation, la pente, la nature du substrat, la structure topographique,...). En effet, du fait de ces corrections stationnelles il arrive qu'il y ait désaccord entre climat et végétation; par ex. sur les sables littoraux de la Coubre, en Charente Maritime, la végétation climax est une forêt dépendant des *Quercetalia ilicis* (Gehu, 1984) alors que le climat est subméditerranéen et non pas méditerranéen sub-humide.

On est alors conduit à distinguer la notion d'étage phytoclimatique de celle d'étage de végétation, notions qu'Emberger et Sauvage n'avaient pas séparées. L'écart entre les 2 est faible; il ne doit généralement pas dépasser l'amplitude d'un étage.

Ainsi, selon les données dont on disposera, climatiques ou floristiques, on sera à même de préciser l'étage phytoclimatique, ou l'étage de végétation, ou les deux; dans ce dernier cas le décalage observé sur le climagramme donnera la mesure des corrections stationnelles.

A titre indicatif, j'ai porté sur le climagramme de la fig. 3 une quarantaine de postes pris en Europe et en Afrique du Nord; j'ai porté également une vingtaine de poste d'Afrique tropicale et d'Afrique du Sud. La comparaison avec la distribution de ces postes sur la carte de « Répartition mondiale des

régions arides » de l'UNESCO (1977) et la « Carte de la végétation de la région méditerranéenne » de l'UNESCO/FAO (1968) amène à se demander si le domaine de validité du climagramme

$$Q_n / \frac{(M + m)}{2}$$

n'est pas beaucoup plus vaste que prévu; mais je me contenterai ici de signaler cette éventualité.

## CONCLUSION

1. La double définition des étages phytoclimatiques exposée ci-dessus (climatique et phytosociologique) repose sur deux postulats : 1. en région méditerranéenne et saharienne c'est l'aridité climatique qui exerce un rôle prédominant sur l'étagement de la végétation; 2. en Europe occidentale non méditerranéenne c'est la température moyenne annuelle qui remplit cette fonction.

Ces postulats, adoptés dès 1959 par Geze (mais à propos de pédoclimats), sont certainement discutables. Ils permettent en tous cas de dessiner tous les étages de végétation de la région considérée sur un climagramme simple (cela demande toutefois à être vérifié pour les groupements végétaux de haute altitude, où les données climatologiques fiables font actuellement défaut).

Il est probable que ce même climagramme pourrait servir de support à d'autres conceptions des étages phytoclimatiques.

2. L'établissement des correspondances entre unités phytosociologiques et étages phytoclimatiques m'a conduit à préciser la définition climatique du bioclimat méditerranéen et à en proposer une définition phytocénotique :

— un climat extratropical est méditerranéen si le maximum pluviométrique est situé en saison froide et si l'été est sec (ces deux conditions ont été établies par Emberger puis Daget, comme déjà dit); mais il faut encore que la pluviosité annuelle soit supérieure à environ 100 mm (sinon le climat est de type saharien) et inférieure à environ 1000 mm (Donadieu, 1977 a proposé cette valeur comme limite des climats méditerranéens subhumide et humide) ou à 1500 mm (sinon le climat est de type subméditerranéen).

— D'autre part un bioclimat est méditerranéen si, corrections locales mises à part, la végétation climacique relève des *Quercetalia ilicis* ou des *Ononido-Rosmarinetea* (du moins en région paléarctique occidentale car les unités phytosociologiques seront évidemment fort différentes sur d'autres continents).

3. Il n'est pas du tout certain a priori que des étages bioclimatiques basés sur les groupements orthoptériques (ou autres) se superposeraient de manière satisfaisante aux étages phytoclimatiques sur le climagramme

$$Q_n / \frac{(M + m)}{2}$$

(en fait j'observe une assez bonne superposition des étages orthoptériques aux étages de végétation, mais avec un décalage d'un demi-étage environ, les Orthoptères se révélant plus « frileux » que les plantes au travers de leurs groupements (Defaut, 1987)).

Quoi qu'il en soit les étages phytoclimatiques ont un intérêt bioclimatique plus général que les autres car leur réalité sur le terrain est immédiatement accessible au naturaliste. Pour mon travail sur les Orthoptères, en tous cas, ils ont constitué des repères bioclimatiques commodes et utiles.

## BIBLIOGRAPHIE

- ACHHAL A. *et al.*, 1980. A propos de la valeur bioclimatique et dynamique de quelques essences forestières au Maroc. *Ecol. Mediter.*, **5** : 211-249.
- BARBERO M., P. QUEZEL et S. RIVAS-MARTINEZ, 1981. Contribution à l'étude des groupements forestiers et préforestiers du Maroc. *Phytocoenologia*, **9** (3) : 311-412.
- BARRY J.-C. et J.-C. CELLES, 1972/73. Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien. *Naturalia Montpellierensia*, **23/24** : 5-48.
- BENABID A., 1982. Etudes phytoécologique, biogéographique et dynamique des associations et séries sylvatiques du Rif oriental (Maroc). Thèse Univ. Aix-Marseille, Fac. Sc. Techn. St Jérôme.
- BENABID A., 1984. Etude phytoécologique des peuplements forestiers et préforestiers du Rif centro-occidental (Maroc). *Trav. Inst. Scient.*, Rabat, sér. Bot., **34** : 64 p.
- BIDAULT G., 1953. Notes sur le climat du Maroc oriental. *Maroc médical*, **32** (342) : 1135-1145.
- BRIGNON C. et Ch. SAUVAGE, 1962. Carte des étages bioclimatiques au 1/2 000 000. Comité Nat. Géogr. Maroc : Atlas du Maroc, pl n° 6 b, Rabat.
- DAGET Ph., 1977 a : le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, modes de caractérisation. *Vegetatio*, **34** (1) : 1-20.
- DAGET Ph., 1977 b : le bioclimat méditerranéen : analyses des formes climatiques par le système d'Emberger. *Vegetatio*, **34** (2) : 87-103.
- DAGET Ph., 1984. Introduction à une théorie générale de la méditerranéité. *Bull. Soc. bot. Fr.*, Actual bot., **131** (2/3/4) : 31-36.
- DAJOZ R., 1982. Précis d'écologie. Gauthier-Villars, 503 p.
- DEBRACH J., 1953. Notes sur les climats du Maroc occidental. *Maroc médical*, **32** (342) : 1122-1134.
- DEFAUT B., 1987. Recherches cénotiques et bioclimatiques sur les Orthoptères en région ouest-paléarctique. Thèse Doct. Etat, Univ. P. Sabatier, Toulouse, 522 p.
- DONADIEU P., 1977. Contribution à une synthèse bioclimatique et phytogéographique du Maroc. Rapport dactyl. Inst. Agro. Vét. Hassan II, Rabat, 155 p.
- DUPIAS G., 1985. Végétation des Pyrénées. CNRS, 209 p.
- EMBERGER L., 1930. La végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. *Rev. Gén. Bot.*, **42** : 641-662 et 705-721.
- EMBERGER L., 1938. La définition phytogéographique du climat désertique. *Mém. Soc. Biogéogr.*, **6** : 9-14.
- EMBERGER L., 1939. Aperçu général sur la végétation du Maroc. *Mém. h s Soc. Sc. Nat. Maroc*, 157 p., 1 carte h.-t.
- EMBERGER L., 1942. Un projet d'une classification des climats du point de vue phytogéographique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **77** : 97-124.
- EMBERGER L., 1943. Les limites de l'aire de végétation méditerranéenne en France. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **78** : 159-180.
- EMBERGER L., 1955. Une classification biogéographique des climats. *Rec. Trav. Lab. Bot. Géol. Zool.*, Fac. Sci. Montpellier, série bot., **7** : 3-43.
- EMBERGER L., 1964. La position phytogéographique du Maroc dans l'ensemble méditerranéen. *Al Awamia*, INRA, Rabat, **12** : 1-15.
- GARNIER M., 1967. Climatologie de la France. Sélection de données statistiques. Ministère de l'Équipement, Paris, *Mémorial Météorologie Nationale* n°50, 294 p.
- GEHU J.-M., 1971. Carte de la végétation de la France n°4 (Lille). CNRS, Paris, carte au 1/200 000 avec notice de 29 p.
- GEHU J.-M., 1984. Sur les forêts sclérophylles de chêne et de pin maritime des dunes atlantiques françaises. *Doc. phytosociol.*, N.S., **VIII** : 219-231.
- GEHU J.-M. *et al.*, 1984. Sur les étages bioclimatiques de la région méditerranéenne française. *Doc. phytosoc.*, N.S., **VIII** : 29-43.
- GEZE B., 1959. Altération des roches et formation des sols. In « La terre », encyclopédie La Pléiade.
- GRUBER M., 1978. La végétation des Pyrénées ariégeoises et catalanes occidentales. Thèse Doct., Aix-Marseille **4**, 305 p.
- IONESCO T., 1965. Considérations bioclimatiques et phyto-écologiques sur les zones arides du Maroc. *Cahiers Rech. agro.*, INRA, Rabat, **19** : 1-69.
- LEMEE G., 1967. Précis de biogéographie. Masson, Paris, 358 p.
- MOLINIER R. et P. VIGNES. Ecologie et biocénotique. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, 457 p.
- OZENDA P., 1975. Sur les étages de végétation dans les montagnes du bassin méditerranéen. *Doc. cartog. écol.*, Grenoble, **16** : 1-32.
- OZENDA P., 1982. Les végétaux dans la biosphère. Doin, Paris, 431 p.
- OZENDA P., 1983. Flore du Sahara. CNRS, Paris, 622 p.
- QUEZEL P., 1957. Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord. Lechevalier, Paris, 463 p.
- QUEZEL P., 1965. La végétation du Sahara, du Tchad à la Mauritanie. Fischer Verlag, Stuttgart, 333 p.
- RIVAS-MARTINEZ S., 1980. Actas Congreso OPTIMA. Anal. Inst. Bot. Cavanilles, Madrid, 37 p.
- SAUVAGE Ch., 1963. Notice explicative à la carte des étages bioclimatiques du Maroc. Comité nat. géogr. Maroc, Rabat, 44 p.
- THAUVIN J.-P. et Z. ZIVCOVIC, 1969. Quelques données de base des moyennes climatologiques du Maroc (période 1933 - 1963). Division des Ressources en eau, Rabat, 15 p. Ronéo.
- UNESCO, 1977. Répartition mondiale des zones arides. ONU, Paris, carte au 1/25 000 000 avec notice de 55 p.
- UNESCO - FAO, 1970. Carte de la végétation de la région méditerranéenne. ONU, Paris, une carte au 1/5 000 000 avec notice bilingue de 90 p.

Reçu le 18 Novembre 1987; received November 18, 1987  
 Accepté le 15 Avril 1988; accepted April 15, 1988