

Gradients climatiques et répartition de la végétation dans l'Atlas de Beni Mellal (Maroc)

سعيد أوشباني فرانسوا رومان

Said OUCHBANI & François ROMANE

Mots-clés : Etagement de la végétation, Gradient climatique, Transect, Atlas de Beni Mellal, Maroc.

ملخص

التغيرات المناخية وتوزيع النبات بأطلس بني ملال (المغرب). يتكون أطلس بني ملال من الناحية الجيومورفولوجية من تضاريس متموجة، التوائية، شديدة الوعورة ينتج عنها تغيرات مناخية عمودية وأفقية هامة تنعكس على توزيع النبات بالمنطقة. ويبدو من خلال الدراسة أن التغيرات المناخي الأفقي يتجلى بوضوح في السفوح الجنوبية فقط بمحاذاة وادي العبيد على عكس السفوح الشمالية الخاضعة لتأثير منخفض تادلة الذي يحد من تفاوت درجات الحرارة بالمناطق المجاورة له. يمكن تحليل المعطيات المناخية من إبراز هذه التغيرات والتعرف على صلاتها بتوزيع النبات. ارتكز هذا البحث على 50 نوعا نباتا (اختبرت من بين 300 محطة موزعة على 30 خطا متراصا) خضعت جميعها للتحليل المعلوماتي والتحليل العاملي.

RESUME

L'Atlas de Beni Mellal (Maroc) est au plan morphologique, caractérisé par des reliefs plissés, monts et vaux dont les escarpements à forte énergie déterminent des gradients climatiques très nets : un gradient d'altitude responsable de l'étagement de la végétation, et un gradient longitudinal responsable des variations latérales de la végétation. Ce dernier gradient ne joue que sur le flanc sud, le long de la vallée de l'oued El Abid dominée par ces reliefs. Sur le flanc nord, la présence de la cuvette aride du Tadla, homogénéise les températures et on n'y constate pas de variations latérales majeures.

L'analyse des données climatiques permet de mettre en évidence ces gradients ainsi que quelques relations avec la répartition de la végétation. C'est une analyse de l'information, basée pour chaque descripteur sur les 50 "meilleures" espèces après un échantillonnage de 300 relevés alignés selon 30 transects et complétée par une analyse factorielle, qui a permis d'établir des relations entre deux descripteurs du milieu et la végétation.

ABSTRACT

Climatic gradients and vegetation distribution in the Beni Mellal Atlas (Morocco). The Beni Mellal Atlas creates climatic gradients due to its geological and topographical pattern. There are two main gradients : (i) one due to the altitude and another one due to longitudinal climatic changes. The longitudinal gradient exists only on the southern slope along the El Abid valley. Along the northern slope, the arid Tadla Basin homogenizes the temperatures and the longitudinal gradient does not exist.

Climatic data are processed in order to show these gradients and their relationships with the vegetation changes. The vegetation was sampled in 300 relevés along 30 transects. Data were processed by information analysis, using for two factors the 50 "best" species and by a factorial analysis.

INTRODUCTION

L'Atlas de Beni Mellal, situé à la jonction entre le Moyen Atlas et le Haut Atlas, constitue de par sa position géographique, un carrefour de plusieurs influences climatiques, caractère accentué par sa structure en chaînes montagneuses allongées NE-SW, ses escarpements abrupts et la présence de nombreuses cuvettes internes. Cette zone n'a fait l'objet que de peu d'études écologiques dont les principales, réalisées à l'échelle du Maroc septentrional, sont la carte phytogéographique d'EMBERGER (1939), les travaux sur l'économie forestière de BOUDY (1951), la carte bioclimatique de SAUVAGE (1963a), l'ap-

proche "synthétique bio-pédoclimatique" de MICHALET (1991) ou celle phytosociologique (QUEZEL & *al.*, 1981 ; QUEZEL & BARBERO, 1986). Si toutefois des travaux à des échelles plus grandes ont été réalisés, c'est surtout dans la partie médiane du massif du Tazerkount, en raison de sa meilleure accessibilité (EMBERGER, 1928 ; NEGRE, 1951, SAUVAGE, 1954 et 1971 ; OUCHBANI, 1980) ; mais la majeure partie de la région, parce que très accidentée, est restée très peu étudiée, en particulier sur le plan climatique, par rapport au Moyen Atlas mieux connu (DELANNOY & *al.*, 1979 ; LECOMPTE, 1986 et 1987).

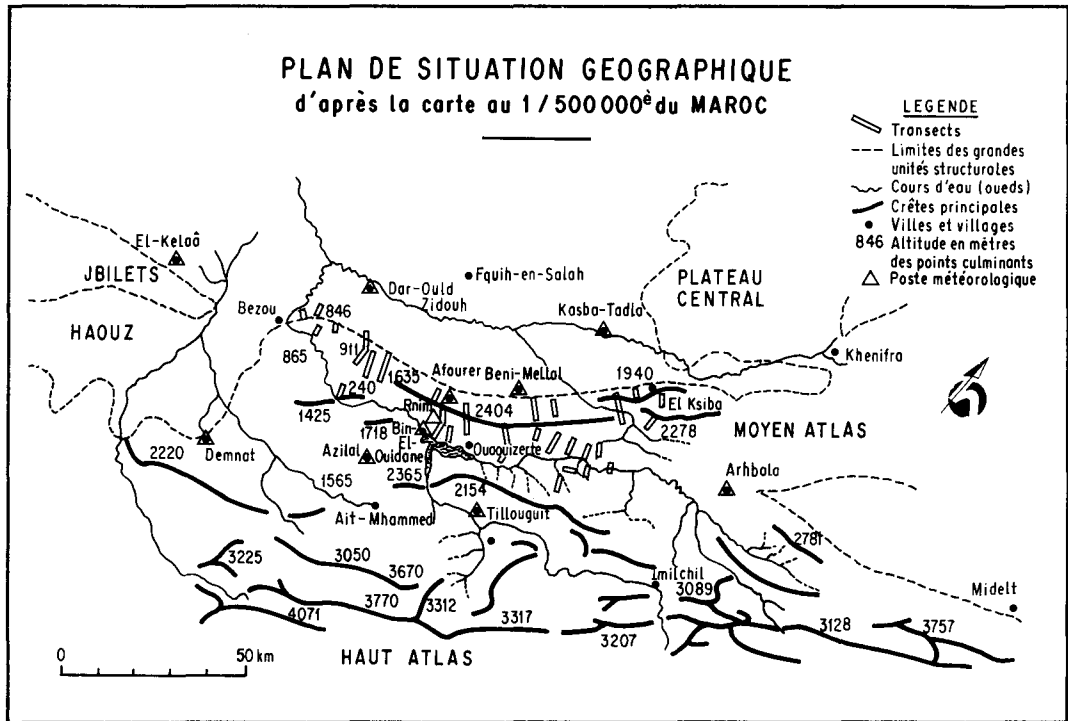


Figure 1 : Plan de situation géographique de la zone d'étude et position des transects d'échantillonnage.

Dès 1977, l'étude de l'étagement de la végétation du massif du Tazerkount (OUCHBANI, 1980) montrait le rôle particulier du climat sur la répartition de la végétation, en raison des caractères du relief de la région. Si la mise en évidence du gradient d'altitude à l'échelle du massif, était relativement facile et classique, il n'en était pas de même pour d'autres gradients, et en particulier le gradient longitudinal, ce qui a conduit à étendre l'étude à l'ensemble de la région. L'objectif est donc de préciser ces gradients climatiques et leur influence sur la végétation, tout en restant conscient que, étant donné la faiblesse du réseau d'observation climatique en particulier dans la zone montagneuse, l'établissement de ces relations ne pourra être qu'imparfait.

Après une présentation des principaux caractères physiques de la région et de sa végétation, l'étude climatique détaillée sera faite à partir des observations, peu nombreuses, disponibles. Cette étude servira alors de base à l'interprétation des observations phyto-écologiques qui, en particulier à cause des difficultés d'accès, ont été basées sur un échantillonnage à partir de transects.

PRESENTATION DE LA REGION

La zone étudiée (Fig. 1) est limitée au nord par le Moyen Atlas, au sud par le Haut Atlas occidental et les Jbilet, à l'ouest par les plaines du Tadla et des

Beni Moussa et à l'est par la vallée de l'oued El Abid. A la jonction entre le Moyen et le Haut Atlas, cette région a été rattachée à l'un ou à l'autre de ces massifs suivant les auteurs tant géologues (GENTIL & *al.*, 1912 in ROLLEY, 1973 ; BOURCART, 1934 in ROLLEY 1973 ; CHOUBERT & FAURE-MURET, 1961 ; BENZAQUEN, 1963 ; ROLLEY, 1973) que forestiers ou écologues (BOUDY, 1951 ; MAIRE & EMBERGER, 1927).

Cette zone, que nous appellerons dans la suite Atlas de Beni Mellal, est constituée par une série de chaînons montagneux qui s'étirent d'El Ksiba, au nord, à Bezou, au sud. Cet Atlas de Beni Mellal d'environ 150 km sur 20 km forme, dans sa partie médiane aux environs d'Afourer, un léger coude permettant de distinguer deux parties, celle qui va d'El Ksiba au nord à Afourer au sud, d'orientation NE-SW, et celle, E-W, qui va d'Afourer à Bezou. L'élément topographique le plus vigoureux est constitué par une série de chaînons qui forment une ligne dite "zone de bordure" dominant par des escarpements abrupts les plaines du Tadla et des Beni Moussa. Ces reliefs sont atténués vers le SW puisqu'ils ne dépassent pas 900 m d'altitude, dominant la plaine d'environ 400 m en moyenne. Ils deviennent de plus en plus élevés en allant vers le nord (Jebel Tazerkount 1711 m, Ighnayenne 2411 m, Taçmit 2248 m, Bouhzame 1750 m, Ahanou 1825 m, etc.), la dénivellation au-dessus de la plai-

ne dépassant alors 1500 m dans la plupart des cas.

Derrière les chaînes de bordure, on rencontre une zone déprimée, la zone de l'oued El Abid qui constitue la limite est de la région étudiée. Cette zone est par endroit très élargie formant des cuvettes dont les principales sont, du nord-est au sud-ouest, celles de Taguelfte, d'Ouaouizerte, de Bin El Ouidane et celle des Ait Attab.

Du point de vue flore et végétation, la région étudiée appartient au domaine floristique atlantique (EMBERGER, 1928 et 1939 ; SAUVAGE & VINDT, 1952 et 1954) caractérisé par la présence de nombreuses espèces atlantiques, un pourcentage élevé de plantes holarctiques et un taux élevé d'endémiques. La limite nord de ce domaine, qui reste à préciser, doit à peu près correspondre à la route qui relie El-Ksiba à Imilchil où *Euphorbia resinifera* Berg et *Acacia gummifera* Willd. disparaissent sur le flanc nord. Plus haut, sur le plateau de Tizi-n-Isly et la haute vallée de l'oued El Abid, on constate un changement majeur de la composition floristique de la végétation avec l'apparition du *Buxus sempervirens* L., *Artemisia mesatlantica* Maire et de *Pinus halepensis* Miller, la raréfaction du *Juniperus phoenicea* L. et l'apparition un peu plus au nord-est, aux environs d'Aghbala, du *Cedrus libani* A. Richard subsp. *atlantica* (Endl.) Batt. & Trabut.

ETUDE CLIMATIQUE

Dans cette région de l'Atlas de Beni Mellal, 15 postes météorologiques sont disponibles. Pour les précipitations, mesurées dans tous les postes, les durées d'observation sont généralement assez longues (entre 21 et 48 ans pour 11 stations) et sur des périodes similaires même si le recouvrement n'est pas total. Par contre pour les températures, seuls 7 postes en fournissent avec une durée d'observation comprise entre 21 et 31 ans, excepté pour celui de Beni Mellal où elle n'est que de 6 ans. Les données

dont nous avons pu disposer dans le cadre de ce travail sont, d'une part les moyennes des précipitations mensuelles pour toutes les stations et, d'autre part, les moyennes mensuelles, ayant valeur de normales, des températures maximales et minimales pour 5 stations.

LES PRÉCIPITATIONS

Les précipitations présentent deux maximums, un premier atteint au mois de décembre ou de novembre (7 stations sur 15) et un deuxième au mois de mars, exception faite de Tillouguite (Tab. I). Quant au minimum, très accentué, il se situe pour toutes les stations au mois de juillet ou au mois d'août. Toute la région est soumise au même régime pluviométrique saisonnier Hiver-Printemps-Automne-Eté (HPAE) très typiquement méditerranéen avec une sécheresse estivale très marquée qui correspond sans aucun doute, bien que nous n'ayons pas de mesure de bilan hydrique des sols, à de très fortes contraintes hydriques pour la végétation.

Ces contraintes doivent être nuancées sur l'ensemble de la zone. Les plaines du Tadla, des Beni-Moussa et des Seraghna reçoivent les précipitations les plus faibles avec un gradient du nord-est (409 mm à Kasba-Tadla, à 495 m d'altitude dans la plaine du Tadla) au sud-ouest (286 mm à Dar-Ould-Zidouh à 370 m dans la plaine des Beni Moussa, 249 mm à El Kalaâ à 465 m dans la plaine des Seraghna). Dans ces plaines qui appartiennent au domaine atlantique l'influence de la latitude semble l'emporter sur celle de la continentalité, ce qui expliquerait leur sécheresse. Ces plaines du nord-est, et en particulier celles du Tadla et des Beni-Moussa, sont dominées par les premiers reliefs de l'Atlas de Beni-Mellal dits "reliefs de bordure" au pied desquels le climat est plus humide comme l'illustrent les données des postes météorologiques de Tagzirt (586 mm) au nord-est et d'Afourer (473 mm) au centre.

Tableau I : Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations (mm).

Stations	Alt. (m)	Durée (ans)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total an.
Afourer	450	21	47	51	80	61	35	9	2	2	17	38	58	73	473
Ait Attab	950	31	59	57	76	60	38	13	4	4	15	39	50	79	494
Ait Mhammed	1680	25	70	65	81	63	39	14	6	5	18	54	78	68	561
Aghbala	1800	48	76	79	88	75	42	26	6	12	27	55	72	101	659
Azilal	1430	31	67	65	86	69	44	14	5	5	17	43	56	90	561
Beni Mellal	580	6	47	72	79	63	39	13	1	4	17	43	73	67	518
Bin Elouidane	820	31	68	66	89	71	45	15	5	5	18	44	58	93	577
Dar Ould Zidouh	370	25	31	38	39	32	17	9	1	1	7	26	43	42	286
Demnat	950	25	48	61	85	78	46	12	2	2	18	42	67	64	525
El Kalâa	465	25	22	32	37	37	15	8	1	1	14	17	34	31	249
El Ksiba	939	36	111	128	132	109	54	14	2	2	31	66	105	150	904
Kesba Tadla	495	25	42	48	53	51	26	14	5	2	12	36	61	59	409
Rnim	1400	11	102	101	155	129	57	12	0	2	12	67	112	104	853
Tagzirt	600	10	76	68	136	77	17	20	0	2	5	41	53	91	586
Tilloguit	1100	13	49	49	64	39	79	13	3	5	26	26	53	23	429

Ce gradient du nord-est au sud-ouest se maintient quand on monte en altitude sur cet escarpement où les précipitations augmentent. Au nord-est les précipitations sont beaucoup plus fortes qu'au sud-ouest, à altitude égale (gradient latitudinal). Ainsi El Ksiba (939 m d'altitude) situé au nord-est et Demnat (950 m) au sud-ouest, donc sensiblement à la même altitude, reçoivent respectivement 904 mm et 525 mm. Quant au poste du col du Rhnim, situé dans la partie médiane de l'escarpement nord-ouest à une altitude de 1400 m, il indique un total annuel moyen, calculé sur 11 ans, de 853 mm ce qui d'ailleurs laisse supposer des précipitations supérieures à 1000 mm sur les sommets proches (Taçmit à 2200 m et Rhnim à 2400 m). On ne doit pas oublier cependant qu'aux altitudes plus élevées les pentes sont généralement plus fortes ce qui atténue probablement l'efficacité de ces pluies.

Derrière ces premiers reliefs de bordure dans la zone déprimée de l'oued El Abid (Fig. 1), il tombe 577 mm à Bin El Ouidane (à 850 m d'altitude dans le nord-est de la partie centrale) et 494 mm à Ait Attab (950 m au sud-ouest).

Quant aux stations de l'arrière-pays, Azilal (1430 m) Ait Mhammed (1680 m) et Aghbala (1800 m), elles ne reçoivent, malgré leurs altitudes relativement élevées, que des précipitations relativement faibles qui varient de 561 mm à Azilal à 659 mm à Aghbala. Si l'on compare ces stations à celle du col du Rhnim située à 1400 m d'altitude sur l'escarpement nord-ouest, on constate que le col du Rhnim reçoit beaucoup plus qu'Aghbala situé plus au nord-est et à une altitude plus élevée (1800 m). Le col du Rhnim reçoit également presque deux fois plus qu'Azilal situé à la même altitude ; ceci peut s'expliquer par le fait que le poste météorologique du col du Rhnim est situé sur le versant nord-ouest directement exposé aux vents pluvieux venant de l'ouest, alors que les autres se trouvent à une distance plus grande de la mer et dans une situation plus ou moins abritée. Cet autre gradient est vérifié pour tous les massifs situés derrière la zone déprimée où les masses d'air

subissent un réchauffement après avoir perdu déjà une quantité importante de leur humidité sur les premiers reliefs.

Nous ne possédons que très peu d'informations sur les précipitations neigeuses, cependant il est possible de dire qu'il neige chaque année sur les sommets supérieurs à 2000 m où la neige persiste en moyenne deux mois par an et que la neige peut, certaines années exceptionnelles comme cela a été le cas en 1977 et 1979, rester au sol jusqu'à une altitude de 1100 m sur le flanc nord et 1400 m sur le flanc sud, limite inférieure du *Quercus ilex* L. subsp. *rotundifolia* (Lam.) T. Morais. D'après les renseignements pris auprès des habitants de la région, les chutes de neige, quand elles ont lieu, s'arrêtent généralement au niveau de la limite inférieure du chêne vert.

LES TEMPERATURES

Pour les températures maximales, il ressort, de l'analyse des données (Tab. II) sur les moyennes mensuelles des températures maximales, que juillet ou août sont les mois les plus chauds. Ce sont généralement les stations de la plaine qui ont les températures maximales les plus élevées (40,3°C à Afouer, 39,8°C à Kasba-Tadla, 39,4°C à El Kelaâ). Cependant à Beni-Mellal, pourtant dans la plaine, M n'est que de 36,9°C (sur les 7 ans d'observations disponibles), ceci étant probablement dû à une altitude légèrement plus élevée mais aussi peut-être à la présence d'un cours d'eau non loin du poste météorologique.

Sur l'escarpement nord-ouest, on ne dispose malheureusement pas de données sur les températures. A El Ksiba (939 m), où les températures ont été interpolées (SAUVAGE, 1963a et b), M aurait une valeur voisine de 35,8°C, de même qu'à Demnat (950 m) où M a été estimé à 34,0°C. Ces températures y seraient donc plus faibles que celles de la plaine. Il y a un gradient décroissant habituel de M en fonction de l'altitude.

Tableau II : Moyennes mensuelles des températures maximales M (en °C). Les valeurs pour les stations avec un astérisque sont interpolées (SAUVAGE, 1963b).

Stations (m)	Altitude (ans)	Durée	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	M
Afourer	450	21	18.6	19.9	22.3	24.1	33.6	33.0	40.3	37.9	33.3	28.3	23.0	18.0	40.3
Ait Mhammed	1680	25	12.9	13.7	14.7	16.6	19.8	25.8	31.6	31.7	19.4	19.4	16.1	11.9	31.7
Aghbala *	1800														32.5*
Azilal	1430	31	13.4	14.6	17.1	19.7	22.7	26.0	34.0	33.8	22.7	22.7	17.8	13.6	34.0
Beni Mellal	580	6	16.4	18.6	18.6	21.2	25.7	30.0	36.9	35.9	26.7	26.7	21.8	16.7	36.9
Bin El Ouidane	850	31	16.4	19.1	21.4	24.2	27.0	31.1	36.6	36.7	27.1	27.1	21.9	18.9	36.7
Demnat*	950														34.0*
El Kalâa	465	25	17.7	19.9	22.8	26.3	29.4	34.1	39.4	39.2	28.3	28.3	21.3	18.2	39.4
El Ksiba*	939														35.8*
Kasba Tadla	495	25	17.4	19.1	21.9	25.4	29.4	34.5	39.8	39.7	29.1	29.1	22.1	18.7	39.8

Tableau III : Moyennes mensuelles des températures minimales m (en °C). Les valeurs pour les stations avec un astérisque sont interpolées (SAUVAGE, 1963b). ** = pas d'observations disponibles.

Stations	Alt. (m)	Durée (ans)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	m
Afourer	450	21	5.9	7.0	8.5	10.4	14.3	16.9	20.2	20.2	17.5	14.2	9.8	6.3	5.9
Ait Mhammed	1680	25	-4.3	-2.2	0.6	3.1	5.6	9.3	13.1	12.8	9.8	5.5	2.2	-3.5	-4.3
Aghbala*	1800														-3.0
Azilal	1430	31	2.2	3.6	5.3	6.9	9.5	13.3	17.8	18.3	14.8	10.5	6.2	3.1	2.2
Beni Mellal	580	6	5.0	4.0	5.3	7.7	10.7	14.3	18.0	17.9	15.3	**	7.3	4.0	4.0
Bin El Ouidane	850	31	4.6	5.7	7.9	10.6	12.6	16.3	19.9	20.2	17.3	13.3	9.3	5.4	4.6
Demnat*	950														2.0
El Kalâa	465	25	4.3	5.9	8.4	10.1	12.0	14.9	17.7	18.2	15.9	12.8	8.5	5.7	4.3
El Ksiba*	939														1.8
Kasba Tadla	495	25	3.9	5.1	7.3	9.5	12.6	16.7	19.9	20.1	17.5	13.6	8.9	5.2	3.9

Derrière l'escarpement nord - ouest, dans la zone déprimée, le poste de Bin El Ouidane, à 850 m d'altitude fournit un M égal à 36,7°C. A altitude égale, il est donc plus élevé que sur l'escarpement lui-même. Ceci pourrait être dû à "l'effet de cuvette" ou encore à la position particulière du poste. A Azilal et Ait Mhammed situés plus à l'intérieur et à des altitudes respectives de 1430 m et 1680 m, la valeur de M est respectivement égale à 34,0°C et 31,7°C ; l'altitude "l'emporte" sur la continentalité.

Pour les températures minimales, excepté pour le poste de Beni Mellal, c'est le mois de janvier qui correspond au m (moyenne des températures minimales du mois le plus froid) le plus bas (Tab. III). Les observations dans les plaines montrent que m y est égal à 3,9°C à Kasba-Tadla (nord-est) et à 4,3°C à El Kelaâ (SW), ce qui correspond à des gelées assez rares. Mais sur la bordure de la plaine du Tadla, au pied des premiers reliefs, m est plus élevé avec 5,9°C à Afourer. Quant à Bin El Ouidane dans la zone déprimée où le m est égal à 4,6°C, cette valeur, comme celle de M, est probablement surestimée à cause, entre autres, de la proximité du lac de Bin El Ouidane qui doit jouer un rôle modérateur. Dans l'arrière-pays, à Azilal (1430 m) et Ait Mhammed (1680 m) le m est respectivement égal à 2,2°C et -4,3°C ; à Ait Mhammed l'éloignement de la mer s'ajoute à l'altitude, ce qui pourrait expliquer une valeur aussi faible.

Au-delà des températures minimales et maximales, l'amplitude thermique extrême moyenne exprime la continentalité et donne une idée approximative de l'évaporation pour laquelle nous n'avons pas d'observations. C'est l'indice de DEBRACH & al. (1958), basé sur les valeurs de M et de m pour établir une classification thermique des climats, qui a été utilisé ici (Tab. IV). Le climat continental chaud de la plaine du Tadla peut s'expliquer par la forme en cuvette de cette plaine peu aérée à l'abri des influences océaniques, effet probablement renforcé par des influences continentales, sensibles jusqu'à El Kelaâ et même au-delà, venant de l'est par la vallée de l'Oum Er Rbia (SAUVAGE, 1963 a et b).

Tableau IV : Amplitude thermique extrême moyenne et type de climat selon DEBRACH & al. (1958).

Stations	Alt.	M-m	(M+m)/2	Type de climat
Afourer	450	34.1	23.0	semi-continental chaud
Ait Mhammed	1680	36	27.4	continental chaud
Aghbala	1800	35.5	29.5	continental chaud
Azilal	1430	31.9	18.0	semi continental modéré
Beni Mellal	580	33.0	20.5	semi-continental chaud
Bin El Ouidane	850	32.1	20.6	semi-continental chaud
Demnat	950	32.0	18.0	semi-continental chaud
El Kalâa	465	45.7	23.0	continental chaud
El Ksiba	939	34.0	18.8	semi-continental chaud
Kasba Tadla	495	35.9	21.8	continental chaud

Pour la zone déprimée, la situation est semblable dans la vallée de l'oued El Abid qui met en relation le bassin de Midelt et la plaine des Serarhna. Ainsi Bin-El Ouidane est situé dans le semi-continental chaud malgré l'effet du lac qui atténue certainement les températures. Ait Mhammed et Aghbala, dans l'arrière-pays de l'Atlas de Beni Mellal, sont également situés dans le climat continental chaud, la limite entre le semi-continental et le continental passant probablement par l'arc Demnat, Ait Mhammed et Aghbala, toute la partie orientale du Haut Atlas étant dans le continental.

ESSAI DE SYNTHÈSE BIOCLIMATIQUE

Le quotient pluviothermique Q2 d'EMBERGER (1930 et 1955), classiquement utilisé en région méditerranéenne a été retenu pour cet essai. Ce coefficient varie dans le sens inverse de l'aridité et peut être utilisé dans une représentation graphique (Fig. 2) permettant de classer les postes climatiques dans des étages et sous-étages bioclimatiques en utilisant le climagramme d'Emberger-Sauvage (SAUVAGE, 1963 b). Ce climagramme ainsi que la carte des étages bioclimatiques au 1/2000000e (SAUVAGE, 1963a) montrent nettement que la plaine (Tadla) se trouve dans les étages aride et semi-aride comme l'illustre Afourer, poste situé au pied de l'escarpement nord-ouest de l'Atlas de Beni Mellal, à la limite de

l'aride et du semi-aride. Sur l'escarpement, à pente généralement forte, on passe ensuite rapidement, même si ce passage peut être atténué par cette pente, du semi-aride au subhumide caractérisé, comme on le verra par la suite, par l'apparition du chêne vert vers 1000 m d'altitude.

La cuvette de Bin El Ouidane est située dans le semi-aride à hiver tempéré. L'analyse des variations de la végétation sur le flanc sud de la montagne de Tazerkount, qui donne sur cette cuvette, montre que le mésoclimat n'est pas partout le même et que le sous-étage à hiver frais est également représenté.

En conclusion pour cet aspect climatique, nous pouvons dire que le climat qui règne dans la région est un climat typiquement méditerranéen caractérisé par une saison chaude et sèche l'été, et une saison froide et humide l'hiver (DAGET, 1977 et 1980),

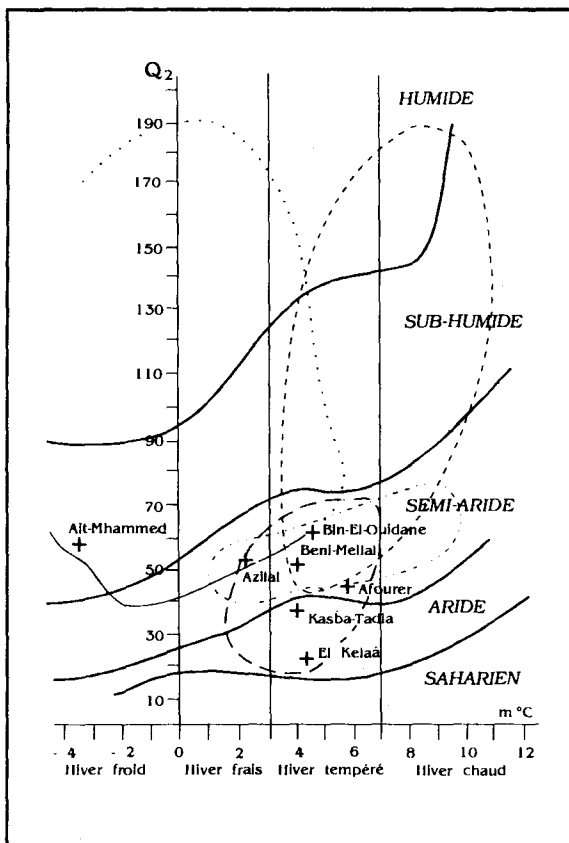


Figure 2 : Climagramme pluviothermique d'Emberger-Sauvage avec l'aire de répartition de *Zizyphus lotus* - *Pistacia atlantica* (---), *Tetraclinis articulata* [-...-], *Olea europaea* subsp. *oleaster*, *Pistacia lentiscus* [- - -] et *Quercus ilex* subsp. *rotundifolia* [...], d'après SAUVAGE (1963a)

avec un régime pluviométrique du type HP AE. Il faut aussi noter, même si ce n'est pas un caractère typiquement méditerranéen, une forte irrégularité inter-annuelle des précipitations.

Les principales variations spatiales notées sont donc :

- plus de pluie sur les versants atlantiques ;
- l'existence d'un gradient "latitudinal inverse"

allant du nord-est au sud-ouest dans les plaines du Tadla, des Beni Moussa et des Seraghna, ainsi que sur les premiers contreforts de l'Atlas de Beni Mellal le long duquel les précipitations diminuent fortement, les températures maximales diminuent légèrement et les températures minimales augmentent légèrement. Mais ce gradient est difficile à étudier dans la région montagneuse où il n'existe pas de réseau météorologique ;

- l'existence d'un gradient altitudinal normal qui se traduit par une augmentation des précipitations et une diminution des températures, la majeure partie de l'Atlas de Beni Mellal ne se situant pas au-delà du subhumide. Le semi-aride, quant à lui, règne sur le piémont nord de l'Atlas de Beni Mellal et ceinture vers le sud les plaines arides du Tadla et des Beni-Moussa.

Les difficultés d'étudier ces gradients climatiques par suite du manque de postes d'observation météorologique nous ont conduit, tout en étant conscients du risque de raisonnement circulaire, à essayer d'aborder cette question par l'étude de la végétation.

ETUDE PHYTO-ÉCOLOGIQUE

Pour échantillonner ces gradients suggérés par l'analyse climatique, la méthode des transects répartis du nord-est au sud-ouest, recoupant les principaux reliefs s'impose, car un échantillonnage "au hasard" entraînerait des contraintes difficilement supportables en particulier à cause des problèmes d'accessibilité (Fig. 1) ; trente transects ont été ainsi choisis sur lesquels 300 relevés de 400 m² chacun ont été exécutés en tenant compte de la topographie (bas de versant, mi-versant, haut de versant) et de l'exposition secondaire. Les relevés ont été effectués selon la méthode décrite par GODRON & al. (1968) avec des descripteurs de la végétation (formation végétale, degré de recouvrement de chaque strate, etc...), y compris la flore¹, et 57 descripteurs du milieu, géographiques, topographiques, édaphiques et d'autres encore tels que le degré d'artificialisation.

ANALYSE DE L'INFORMATION

Pour le traitement de ces observations, c'est l'analyse de l'information mutuelle et des profils corrigés qui a d'abord été retenue (GOUNOT, 1969) DAGET & al., 1972 ; DAGET & GODRON, 1982). Le graphique avec en abscisse l'entropie de chaque des-

¹ La Nomenclature utilisée est celle de Med-Checklist (GREUTER & al., 1984, 1986 et 1989), ou à défaut, celle de (QUEZEL & SANTA, 1962 et 1963).

cripteur et en ordonnée l'information mutuelle moyenne, pour les 50 espèces ayant la plus forte information mutuelle, permet (DAGET & al., 1972) de mettre en évidence les descripteurs "bien" échantillonnés auxquels la flore "réagit" (en haut à droite du graphique). Dans notre cas se distinguent nettement l'altitude, la formation végétale, qui n'est pas à proprement parler un descripteur du milieu de même que la première espèce dominante qui est un descripteur mal échantillonné, et la longitude (Fig. 3). Les groupes d'espèces indicatrices, c'est-à-dire les espèces à profils écologiques semblables pour le descripteur considéré (GODRON, 1967 ; DAGET & DAVID, 1970 ; DAGET & al., 1972), ont donc été établis pour l'altitude et la longitude ; ces profils montrent dans l'ensemble, de nettes préférences écologiques des espèces, mais aussi dans le détail des discontinuités qui sont a priori peu plausibles ; ce phénomène est certainement créé par le fait que sur le terrain, l'observation d'une espèce est intermittente alors que ce n'est pas le cas de son comportement écologique dans la gamme de variation du descripteur. Parmi les 50 espèces par descripteur pour lesquelles nous avons les profils, nous avons éliminé celles sans intérêt (profils "plats").

Altitude

Pour les 17 classes d'altitude retenues, le tableau V donne les profils corrigés ainsi que des propositions

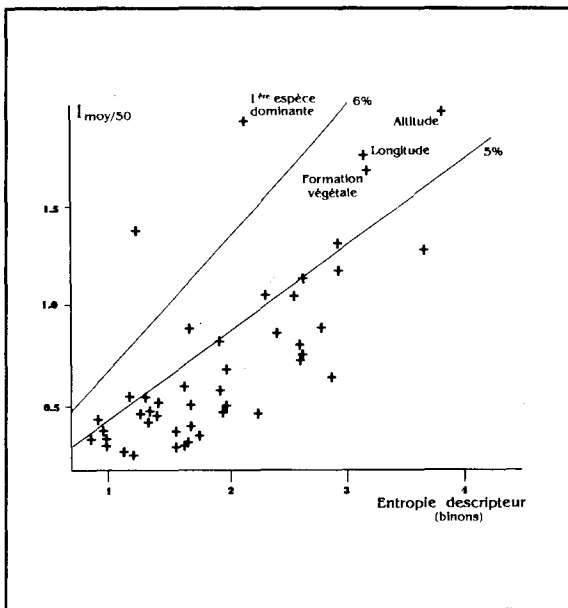


Figure 3 : Information mutuelle moyenne (Imoy/50) pour les 50 espèces avec la plus forte information mutuelle moyenne pour chaque descripteur du milieu en fonction de l'entropie (H) du descripteur correspondant

pour 12 groupes d'espèces indicatrices.

Ces groupes, corrélés à l'altitude croissante, peuvent être interprétés comme une conséquence d'une diminution des températures et d'une augmentation des précipitations. Leur examen peut être fait d'une manière simplifiée en quatre grands ensembles.

Le premier (groupes I à IV) contient entre autres *Withania frutescens* (L.) Pauquy, *Acacia gummifera*, *Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng., *Asparagus albus* L., *Hyparrhenia hirta* (L.) Stapf, *Rhus pentaphylla* (Jacq.) Desf. (tizgha), *Lavandula multifida* L., *Euphorbia resinifera*, *Olea europaea* L. subsp. *oleaster* (Hoffmanns. & Link) Negodi. Il se trouve sur le piémont nord à basse altitude entre la plaine, vers 500-600 m, et 1000 m, limite inférieure du chêne vert qui succède à ce matorral. Quelques nuances peuvent être faites dans cet ensemble puisque

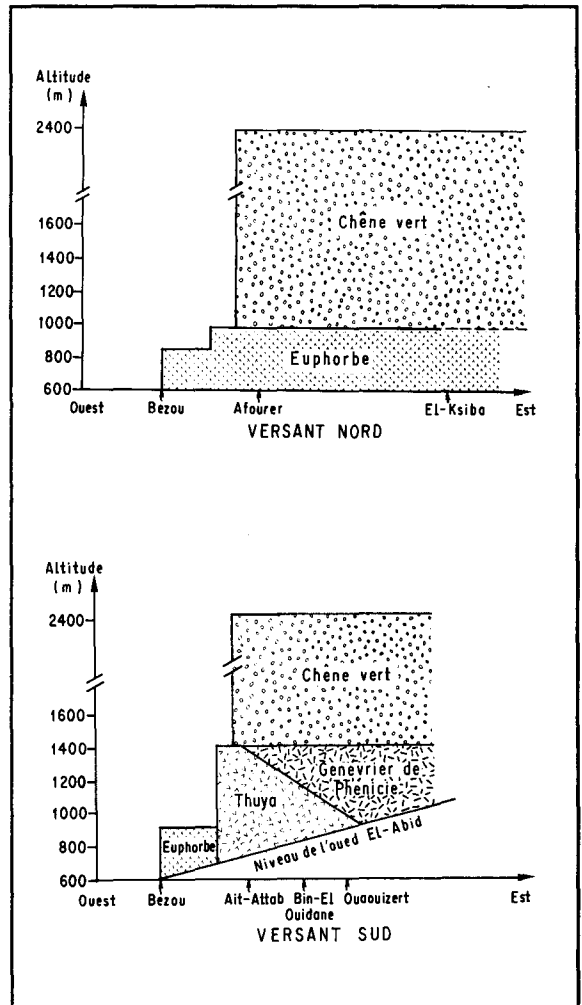


Figure 4 : Schéma de répartition, sur les flancs sud et nord de l'Atlas de Beni-Mellal, des principales espèces en fonction de l'altitude et de la longitude.

Tableau V : Profils corrigés des différentes classes d'altitude.

Signification des codes (en mètres).

05 : 400-500 ; 06 : 500-600 ; 07 : 600-700 ; 08 : 700-800 ; 09 : 800-900 ; 10 : 900-1 000 ; 11 : 1 000-1 100 ; 12 : 1 100-1 200 ; 13 : 1 200-1 300 ; 14 : 1 300-1 400 ; 15 : 1 400-1 500 ; 16 : 1 500-1 600 ; 17 : 1 600-1 700 ; 18 : 1 700-1 800 ; 19 : 1 800-1 900 ; 20 : 1 900-2 000 ; 21 : 2 000-2 300.

Espèces	F	Gr	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<i>Withania frutescens</i>	19	I	999	515	618	541	73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acacia gummifera</i>	53	III	554	462	480	416	264	76	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anacyclus clavatus</i>	40	III	489	367	343	257	209	76	48	54	68	36	81	0	0	0	0	0	0
<i>Cladanthus arabicus</i>	31	III	316	316	316	234	451	98	31	0	50	0	47	52	0	0	0	0	0
<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	23	II2	0	639	511	447	182	88	42	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Asparagus albus</i>	71	III	414	345	358	310	216	185	69	15	38	23	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hyparrhenia hirta</i>	34	III	576	576	403	129	164	119	28	32	32	81	96	43	0	0	0	0	0
<i>Rhus pentaphylla</i>	50	III	391	294	588	382	280	121	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rumex bucephalophorus</i>	34	III	288	144	230	216	247	298	57	64	54	0	0	0	86	0	0	0	0
<i>Marrubium vulgare</i>	18	III	999	816	653	326	0	168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euphorbia resinifera</i>	80	IV1	367	367	343	294	192	126	110	27	34	51	18	0	0	0	0	0	0
<i>Lavandula multifida</i>	94	IV1	312	312	312	312	208	161	125	46	39	8	0	0	0	0	0	0	0
<i>Olea europaea</i>	89	IV1	110	165	132	214	173	205	165	85	72	45	49	0	0	0	0	0	0
<i>Pallenis spinosa</i>	59	IV1	498	332	265	274	213	103	116	55	15	69	0	55	0	0	0	0	0
<i>Hypochoeris glabra</i>	55	IV2	0	267	249	187	152	221	124	39	66	29	80	0	0	97	0	0	0
<i>Plantago psyllium</i>	102	IV2	96	192	269	216	137	109	115	42	81	96	28	48	28	78	41	0	0
<i>Teucrium resupinatum</i>	47	IV3	0	0	250	250	119	237	187	46	78	17	31	34	0	0	0	0	0
<i>Tolpis barbata</i>	52	IV3	0	94	188	254	242	233	131	62	53	15	28	31	0	0	0	0	0
<i>Phagnalon saxatile</i>	134	V	219	182	190	175	198	143	117	121	54	73	32	24	43	19	0	0	0
<i>Rhamnus oleoides</i>	42	V	233	116	280	315	200	168	140	103	43	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euphorbia falcata</i>	81	V	241	60	145	163	155	187	133	107	90	60	54	0	36	32	0	72	0
<i>Urginea maritima</i>	140	VII	0	139	84	126	130	159	133	85	144	75	42	69	84	57	0	42	0
<i>Ceratonia siliqua</i>	84	VI2	0	0	0	105	133	253	221	129	131	68	17	0	0	0	0	0	0
<i>Tetraclinis articulata</i>	104	VIII	0	0	18	70	94	175	207	198	141	94	42	15	0	0	0	0	0
<i>Phillyrea angustifolia</i>	91	VIII	0	0	0	0	92	100	140	203	181	161	96	96	71	0	0	0	0
<i>Pistacia lentiscus</i>	150	VIII	0	0	13	39	93	168	169	188	159	103	88	43	0	0	0	0	0
<i>Polygala balansae</i>	50	VII2	0	0	39	29	28	60	137	217	183	228	58	32	0	0	0	0	0
<i>Asperula hirsuta</i>	36	VIII1	0	0	0	0	38	0	181	178	249	244	181	81	0	0	0	0	0
<i>Juniperus phoenicea</i>	61	VIII2	0	0	0	0	0	83	80	89	210	227	168	160	96	0	0	0	0
<i>Cistus creticus</i>	94	IX	0	0	0	15	59	53	135	231	175	156	78	86	0	113	44	0	0
<i>Chamaerops humilis</i>	151	X	0	32	0	48	64	93	103	79	121	124	155	173	194	88	111	77	48
<i>Juniperus oxycedrus</i>	110	XI	0	0	0	0	12	55	35	69	116	178	213	222	187	170	190	160	66
<i>Thymus algeriensis</i>	63	XI	0	0	0	0	0	48	15	51	87	116	209	233	280	381	400	186	0
<i>Centaurea involucrata</i>	29	XI	0	0	0	0	0	0	33	37	63	84	152	112	506	460	579	608	0
<i>Erysimum incanum</i>	29	XI	0	0	0	0	0	0	33	0	95	56	101	281	506	460	579	405	0
<i>Quercus ilex</i>	145	XI	0	0	0	0	19	34	87	112	126	146	172	202	182	165	144	162	101
<i>Poa bulbosa</i>	54	XII	0	0	0	54	25	0	72	40	153	105	190	211	272	148	77	326	408
<i>Bellis silvestris</i>	27	XII	0	0	0	0	51	0	0	40	136	151	272	181	0	197	155	653	544
<i>Myosotis collina</i>	31	XII	0	0	0	0	0	0	0	35	88	158	284	368	189	172	270	189	237
<i>Ptilostemon dyricola</i>	31	XII	0	0	0	0	0	0	0	70	88	79	284	263	94	344	270	569	474
<i>Mantisalca salmantica</i>	31	XII	0	0	0	0	45	0	0	35	29	26	94	263	758	344	541	379	474
<i>Helianthemum hirtum</i>	12	XII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	122	0	0	668	700	980	999

Withania frutescens se cantonne vers le bas où elle est plus abondante et que *Lavandula multifida* appartient à la fois au matorral à euphorbe résinifère et à la "forêt" de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters (thuya) que l'on rencontre surtout sur le flanc sud entre 900 et 1400 m d'altitude.

Un deuxième ensemble (groupes V à X) va de 900 à 1400 m d'altitude sur le flanc sud avec entre autres, *Polygala balansae* Cosson, *Chamaerops humilis* L., *Cistus creticus* L. (=C. villosus L.), *Pistacia lentiscus* L. et *Phillyrea angustifolia* L.

Ces deux dernières espèces se trouvent généralement dans les formations à genévrier de Phénicie qui, en altitude, succède au thuya.

Un troisième ensemble (groupe XI) va environ de 1000 à 2000 m, son optimum se situant à partir de 1400 m. On peut y remarquer en particulier

Juniperus oxycedrus L., *Thymus algeriensis* Boiss. & Reuter, *Centaurea involucrata* Desf., *Erysimum incanum* Kunze et *Quercus ilex*.

Enfin le dernier ensemble (groupe XII) contient les espèces qui montent le plus haut en altitude et qui résistent au froid et à l'humidité (*Poa bulbosa* L., *Bellis silvestris* L., *Ptilostemon dyricola* Maire, *Mantisalca salmantica* (L.) Briq. & Cavill., *Helianthemum hirtum* (L.) Mill.).

L'analyse de ces groupes apporte des précisions sur leur comportement avec des indications sur l'altitude d'apparition et de disparition de quelques espèces, en particulier le chêne vert, le thuya et le genévrier de Phénicie. Cependant le traitement global de ces relevés masque l'opposition de versants très nette dans la région entre l'escarpement qui domine les plaines du Tadla et celle des Beni

Tableau VI : Profils corrigés des différentes classes de longitude.

Espèces	F	Gr	345	350	362	370	381	392	400	412	420	430	440
<i>Withania frutescens</i>	19	I	999	618	442	0	0	64	0	0	0	25	0
<i>Acacia gummifera</i>	53	II	499	406	515	225	0	92	34	21	0	0	0
<i>Asparagus albus</i>	71	II	414	303	354	214	0	86	50	47	0	54	0
<i>Rhus pentaphylla</i>	50	II	588	548	504	174	0	97	0	22	0	9	0
<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	23	II	383	255	639	426	0	53	0	0	0	0	0
<i>Pallenis spinosa</i>	59	II	99	298	320	295	0	62	53	57	14	65	45
<i>Teucrium chamaedrys</i>	30	III	98	588	490	254	163	0	0	0	28	48	89
<i>Euphorbia resinifera</i>	80	IV1	294	318	341	204	244	122	39	70	10	36	0
<i>Lavandula multifida</i>	94	IV1	312	312	312	173	104	117	43	84	8	56	28
<i>Phagnalon saxatile</i>	134	VII	219	175	203	195	109	118	84	59	25	71	59
<i>Marrubium vulgare</i>	18	IV2	0	871	583	60	0	136	0	0	0	53	0
<i>Genista tricuspidata</i>	40	V1	0	0	104	272	0	336	192	0	0	0	0
<i>Asperula hirsuta</i>	36	V2	0	0	0	38	0	170	364	0	23	0	0
<i>Filago minima</i>	35	V2	0	0	0	0	0	349	258	32	71	13	0
<i>Cistus albidus</i>	38	V3	0	0	0	0	0	0	428	59	0	0	0
<i>Ceratonja siliqua</i>	84	VI	35	0	75	181	350	175	140	107	10	68	31
<i>Caucalis bifrons</i>	86	VII	34	22	24	0	56	199	110	157	175	95	0
<i>Trifolium stellatum</i>	65	VII	0	0	32	33	0	94	167	226	116	81	0
<i>Trifolium campestre</i>	86	VIII1	0	0	0	0	0	71	147	184	166	117	31
<i>Thymus algeriensis</i>	63	VIII2	0	0	0	0	0	0	78	125	213	206	84
<i>Trifolium scabrum</i>	33	VIII2	0	0	0	0	0	37	27	376	76	219	80
<i>Pistacia lentiscus</i>	150	IX1	0	0	28	145	196	130	123	67	56	125	124
<i>Tetraclinis articulata</i>	104	IX1	0	0	80	209	188	117	130	32	32	106	154
<i>Cistus creticus</i>	94	IX1	0	0	0	173	312	182	96	36	53	123	170
<i>Phillyrea angustifolia</i>	91	IX2	0	0	0	35	107	161	134	37	64	158	205
<i>Juniperus phoenicea</i>	61	IX2	0	0	0	0	240	140	44	55	206	173	219
<i>Chamaerops humilis</i>	151	IX2	0	0	0	79	194	97	131	119	105	105	177
<i>Juniperus oxycedrus</i>	110	IX2	0	0	0	19	222	77	94	82	168	148	218
<i>Scleropoa rigida</i>	68	IX3	0	0	0	48	0	126	99	83	74	205	117
<i>Quercus rotundifolia</i>	145	IX4	0	0	0	67	67	84	115	93	156	132	147
<i>Filago germanica</i>	51	IX5	0	0	41	42	96	48	8	155	131	245	157

Codification des classes de longitude (Quadrillage Lambert) : 345 : 345 à 348 ; 350 : 350 à 359 ; 362 : 362 à 369 ; 370 : 370 à 379 ; 381 : 381 à 382 ; 392 : 392 à 399 ; 400 : 400 à 406 ; 412 : 412 à 419 ; 420 : 420 à 428 ; 430 : 430 à 439 ; 440 : 440 à 447.

Moussa (versant nord) et le versant qui domine la vallée de l'oued El Abid (versant sud). Un traitement séparé tenant compte de l'exposition générale n'a pu être fait car les effectifs des classes seraient alors trop réduits. Néanmoins l'interprétation des relevés fait apparaître qu'à leur limite altitudinale supérieure, certaines espèces disparaissent sur les versants exposés au nord (froid et humide) pour réapparaître à des altitudes un peu plus élevées sur les versants exposés au sud, plus chauds. Ainsi le genévrier de Phénicie est absent sur le flanc nord et les plaines alors qu'il forme un étage au-dessous du chêne vert sur le flanc sud ; le chêne vert apparaît à 1000 m sur toute la longueur du flanc nord alors qu'il n'apparaît qu'à 1400 m d'altitude sur le flanc sud (Fig. 4).

Longitude

Les neuf groupes d'espèces indicatrices mis en évidence pour ce descripteur (Tab. VI) soulignent le gradient longitudinal. En tête du tableau, on distingue un lot d'espèces du matorral à *Euphorbia resinifera*, *Acacia gummifera* et *Rhus pentaphylla* qui occupe préférentiellement les longitudes occidentales, dans la partie la plus à l'ouest où les reliefs ne dépassent pas 900 m d'altitude. Le climat est plus

chaud et plus sec sur ces collines qui sont noyées dans une plaine où les précipitations ne dépassent pas 200 mm. Ces collines (Bezou) ne portent par conséquent que le matorral à euphorbe résinifère avec toutes les espèces thermoxérophiles qui l'accompagnent. Sur la deuxième moitié du tableau on trouve le thuya et les espèces qui l'accompagnent. Puis, dans la partie inférieure du tableau, apparaissent le genévrier de Phénicie et ensuite le chêne vert.

Le thuya apparaît sur le flanc sud à partir de la longitude 362 au niveau du synclinal des Ait-Attab. Puis en se déplaçant vers l'est, les reliefs deviennent de plus en plus élevés et le genévrier de Phénicie apparaît ; il s'insère entre le thuya et le chêne vert, vers 1400 m d'altitude. Au dessus de 1400 m jusqu'aux sommets, c'est le domaine du chêne vert.

Plus on se déplace vers l'est sur le flanc sud, plus le genévrier de Phénicie s'étale et descend en altitude pour enfin envahir toute la vallée de l'oued El Abid au détriment du thuya (Fig. 4). Par contre sur le flanc nord les changements latéraux sont faibles.

Le rôle respectif de ces deux descripteurs, altitude et longitude, apparaît aussi clairement lors d'un traitement global des observations par analyse factorielle (ROUX & ROUX, 1967). Nous avons retenu ici une analyse factorielle des correspondances

"espèces- états de descripteurs du milieu" (ROMANE, 1972 ; MERCIER & al., 1992) qui sur la carte factorielle des états de descripteurs permet de visualiser directement chacun des états.

Pour cette analyse, les taux d'inertie obtenus (Tab. VII) montrent que le pourcentage d'explication de la dispersion du nuage de points est relativement élevé, pour ce genre d'analyse, avec 38,4 % de la variation représentée dans le plan des axes 1 et 2. Dans ce plan (Fig. 5) où seuls les états des descripteurs altitude et longitude ont été reportés, le gradient général d'altitude dans la zone se traduit

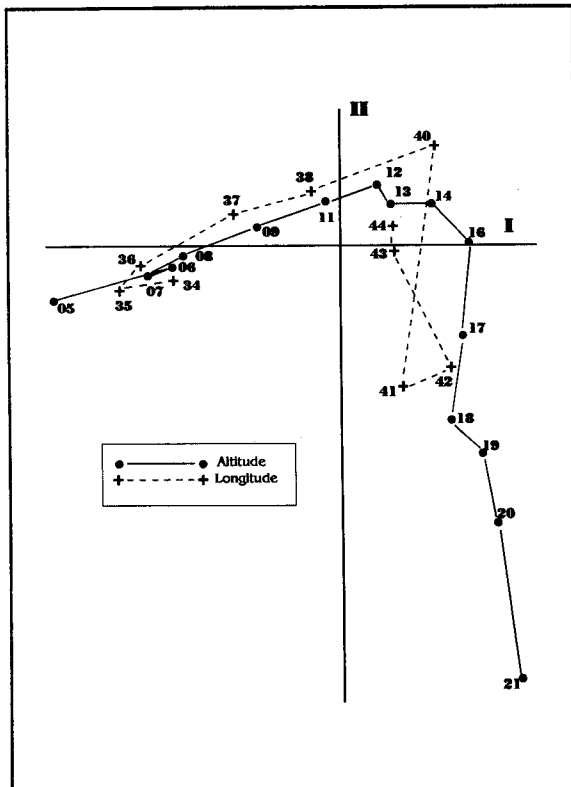


Figure 5 : Carte factorielle (plan des axes I et II) des états descripteurs altitude et longitude de l'analyse factorielle des correspondances "Espèces- Etats des descripteurs".

par un effet Guttman, les états d'altitude étant répartis d'une manière cohérente le long de ce gradient.

Codes "Altitude" : identiques à ceux du tableau 5 (2 classes ont été intégrées à d'autres pour l'analyse factorielle)

Codes "Longitude" : identiques aux deux premiers chiffres des codes du tableau 6

Par contre la longitude ne suit que très partiellement ce gradient général ce qui nous paraît pouvoir être interprété comme, d'une part, l'expression du gradient longitudinal NE-SW indépendant de l'altitude que nous avons déjà évoqué mais aussi, d'autre part, des différences d'étagement de la végétation

entre le flanc nord et le flanc sud.

Quant à l'axe 3, il paraît lié à des caractères édaphiques plus ponctuels.

Tableau VII : Analyse factorielle des correspondances "Espèces- Etats des descripteurs". Valeurs propres et pourcentage de variation absorbée pour les cinq premiers axes.

Rang	1	2	3	4	5
Val. propres	0.168	0.068	0.045	0.033	0.027
Inertie %	27.30	11.09	7.28	5.44	4.35

CONCLUSION

Nous avons vu par l'analyse des seules données climatiques qu'il paraît possible de mettre en évidence l'existence d'un gradient longitudinal, malgré un réseau météorologique insuffisant, en particulier dans le domaine interne (essentiellement la vallée de l'oued El Abid) où ce gradient joue un rôle prépondérant très visible au travers des modifications de l'étagement de la végétation. Sur le flanc nord dominant les plaines, et dans ces dernières, l'analyse des données climatiques suggère un gradient des précipitations assez net ; par contre ce gradient est faible pour les températures.

L'analyse des données de la végétation et du milieu par la méthode de l'information mutuelle et d'une analyse factorielle, met tout à fait en évidence et confirme, le rôle prépondérant de deux gradients, altitude et longitude. Le premier joue sur les deux flancs de l'Atlas de Beni Mellal avec cependant une opposition de versants due à l'exposition générale qui modifie les limites altitudinales de certains espèces comme le chêne vert et le thuya, opposition marquée aussi par l'absence totale du genévrier de Phénicie sur le flanc nord.

Le gradient longitudinal ne joue que sur le flanc sud, les étages de végétation et leurs limites altitudinales étant constants sur le flanc nord. Il semble que la cuvette du Tadla homogénéise le climat sur son pourtour. Par contre, il existe un gradient longitudinal très net le long de la vallée de l'oued El- Abid à l'intérieur de la région. En effet, on passe latéralement, à altitude égale, de l'euphorbe résinifère au thuya, et du thuya au genévrier de Phénicie, quand la continentalité augmente. Plus on va vers l'est, plus les précipitations diminuent de même que les températures hivernales alors que les températures estivales augmentent.

En définitive nous pouvons dire que les gradients longitudinal et altitudinal sont les facteurs les plus importants qui régissent la répartition de la végétation dans la région de l'Atlas de Beni Mellal.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BENZAQUEN M., 1963 - La bordure septentrionale de l'Atlas de Beni Mellal. Contribution à l'étude géologique de la région d'El Ksiba. *Notes Serv. Géol. Maroc*, 22, 45-80.
- BOUDY P., 1951 - Economie forestière nord-africaine. Tome III Description forestière du Maroc. *Pub. de la Station de Recherches Forestières du Maroc*, Ed. F. Moncho, Rabat.
- CHOUBERT G. & FAURE-MURET A., 1961 - Carte géologique- Beni Mellal et environs, échelle 1/50000e. In *Notes Mém. Serv. Géolog. Maroc*, 155 p.
- DAGET Ph., 1977 - Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, modes de caractérisation. *Vegetatio*, 34(1), 1-20.
- DAGET Ph., 1980 - Un élément actuel de la caractérisation du monde méditerranéen: le climat. In "La mise en place, l'évolution et la caractérisation de la flore et de la végétation circumméditerranéenne". *Naturalia Monspeliansa*, n-hors série, 101-126.
- DAGET Ph & DAVID P., 1970) - Obtention automatique des groupes écologiques en écaïlles, C.N.R.S.-C.E.P.E., Montpellier, note n° 4/H, 6 p.
- DAGET Ph. & GODRON M., 1982 - Analyse de l'écologie des espèces dans les communautés. Masson, Paris, *Coll. "Ecologie"* n°18, 163 p.
- DAGET Ph., GODRON M., GUILLERM J.L., DRDOS J., RUZICKOVA H. & URVICHIAKOVA E., 1972 - Profils écologiques et information mutuelle entre espèces et facteurs écologiques. In van der Maarel E. et Tüxen R. (éd.) "Grundfragen und Methoden in der Pflanzensoziologie". *Ber. International Symposium, Junk, Den Haag*, 121-149.
- DEBRACH J., OUSSET J. & MICHEL M., 1958 - Données nouvelles sur la température de l'air au Maroc, première partie. Température Maxima et Minima. *Service de Physique du Globe et de Météorologie*, Inst. Scient., Rabat.
- EMBERGER L., 1928 - Note sur la végétation des montagnes du Tadla. *Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc*, VIII(7-9), 216-219.
- EMBERGER L., 1930 - Sur une formule applicable en géographie botanique. *C. Rend. Acad. Sc.*, Paris, 191(8), 389-391.
- EMBERGER L., 1939 - Aperçu général sur la végétation du Maroc. *Geot. Inst. Rübel, Zürich*, 14, 40-157.
- EMBERGER L., 1955 - Une classification biogéographique des climats. *Rec. Trav. Lab. Bot. Géol. & Zool. Univ. Montpellier*, série Bot., 7, 3-43.
- GODRON M., 1967 - Les groupes écologiques imbriqués en écaïlles. *Oecol. Plant.*, 2, 217-226.
- GODRON M., DAGET Ph., EMBERGER L., LONG G., LE FLOCH E., POISSONET J., SAUVAGE Ch. & WACQUANT J.P., 1968 - Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu. C.N.R.S., Paris, 292 p.
- GOUNOT M., 1969 - Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson édit., Paris, 314 p.
- GREUTER W., BURDET H.M. & LONG G. (eds) - Med-Checklist: Inventaire critique des plantes vasculaires des pays circumméditerranéens. t. 1 (1984) ; t. 2 (1986) ; t. 4 (1989). Edit. conservatoire et jardin botanique de Genève.
- MAIRE R., EMBERGER L., 1927 - Vue d'ensemble de nos connaissances phytogéographiques du Maroc. *C.R. Séances de l'Acad. Sc.*, T. 185 déc. 1927, Paris, 1-7.
- MERCIER P., CHESSEL D. & DOLEDEC S., 1992 - Complète correspondence analysis of an ecological profile data table: a central ordination method. *Acta Oecologica*, 13(1), 25-44.
- MICHALET R., 1991 - Une approche synthétique biopédoclimatique des montagnes méditerranéennes: exemple du Maroc septentrional. Thèse Doctorat de l'Université Joseph Fourier Grenoble I, 277 p.
- NEGRE R., 1951 - *Acacia gummifera* Willd. dans l'étage méditerranéen aride du Maroc occidental. 70e Congrès de l'A.F.A.S., Tunis, Fasc. IV.
- OUCHBANI S., 1980) - Etude de l'étagement de la végétation dans le Massif du Tazerkount (Atlas de Beni Mellal, Maroc). Thèse de 3e cycle, Univ. des Sc. et Tech. du Languedoc, Montpellier.
- QUEZEL P. & BARBERO M., 1986 - Aperçu syntaxonomique sur la connaissance actuelle de la classe des Quercetalia ilicis au Maroc. *Ecologia Mediterranea*, XII(3-4), 105-111.
- QUEZEL P., BARBERO M. & RIVAS-MARTINEZ S., 1981 - Contribution à l'étude des groupements forestiers et préforestiers du Maroc. *Phytocoenologia*, 9(3), 311-412.
- QUEZEL P. & SANTA S., 1962-63 - Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. t. I (1962) ; t. II (1963). Edit. CNRS. Paris.
- ROLLEY J.P., 1973- Etude géologique de l'Atlas d'Afourer, Haut Atlas central. Maroc. Thèse 3e cycle, Grenoble I, 180 p.
- ROMANE F., 1972 - Utilisation de l'analyse multivariable en phyto-écologie. *Investigacion Pesquera*, 36 (1), 131-139.
- ROUX G. & ROUX M., 1967 - A propos de quelques méthodes de classification en phytosociologie. *Rev. de Statistiques Appliquées*, XV(2), 59-72.
- SAUVAGE Ch., 1954 - Livret guide de l'excursion Maroc I. Notices botaniques et itinéraires commentés. *VIIIe Congrès International de Botanique*, Paris.
- SAUVAGE Ch., 1963a - Etages bioclimatiques. Atlas du Maroc, notices explicatives Section II- Physique du Globe et de météorologie. Planche 6b. Comité National de Géographie du Maroc. Inst. Sc. Chérif. Rabat, 31 p. + annexes.
- SAUVAGE Ch., 1963b - Le quotient pluviométrique d'Emberger, son utilisation et la représentation géographique de ses variations au Maroc. *Ann. Serv. Glob. Météor.*, Inst. Sc. Chérif., Rabat.
- SAUVAGE Ch., 1971 - Excursion botanique au Maroc (8-21 mai 1965). 1ère partie. *Al Awamia*, Rev. Rech. Agron. Maroc., Rabat, n°40.
- SAUVAGE Ch. & VINDT J., 1952 - Flore du Maroc analytique, descriptive et illustrée. Spermatophytes. *Trav. Inst. Sc., Soc. Sc. Nat. Maroc.*, Direction de l'Instruction publique, Edit. Internationales, Tanger, Fasc. I.

Adresse des auteurs :

S. OUCHBANI

Institut Scientifique,
Charia Ibn Batouta, B.P. 703, Agdal, Rabat (Maroc)

F. ROMANE

CEFE-CNRS, B.P. 5051
34033 Montpellier Cedex 1 (France)