

LE THUYA DE BERBERIE AU MAROC : APERÇU PHYTOGEOGRAPHIQUE ET ECOLOGIQUE

Mohamed FENNANE¹, Marcel BARBERO² et Pierre QUEZEL²

ملخص

محمد فنان، مارسيل باربيرو وببير كيزيل

نظرة بيوجغرافية وبيئية على العرعار بالمغرب. يشمل هذا المقال تركيبا للمعلومات الحالية المتعلقة بالجوانب البيوجغرافية والبيئية للعرعار بالمغرب.

فيما يخص التوزيع الجغرافي لهذا الصمغي يعطي الكتاب تفاصيل مهمة مع مناقشة كل من الخريطة البيوجغرافية (أميرجي، 1939) وخريطة الغابات (ميترو، 1958).

إيكولوجية العرعار هي أيضا مدروسة بنفصيل إضافة إلى عرض شامل للمعطيات البيئية حول مواطن هذا الشجر بالمغرب.

RÉSUMÉ

Ce travail est une synthèse des connaissances actuelles sur les aspects phytogéographiques et phytoécologiques du Thuya de berbérie au Maroc. Concernant le problème de la répartition de ce résineux, d'importantes précisions sont données en plus d'une discussion de la carte phytogéographique du Maroc (EMBERGER, 1939) et celle des forêts (METRO 1958). L'autoécologie du Thuya est détaillée avec une vue globale des conditions écologiques de son aire dans tout le Maroc.

SUMMARY

Tetraclinis articulata in Morocco : phytogeography and ecology. This work is a synthesis of present knowledges relating to phytogeographic and ecologic aspects of *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters in Morocco. With regard to the problem of *Tetraclinis* distribution important precisions are given with discussion of the phytogeographic (EMBERGER 1939) and forestry (METRO, 1958) maps. The thuya autoecology is explained in detail with a global view of ecological conditions in total area of *Tetraclinis articulata* in Morocco.

Le Thuya de Berbérie (= *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters) occupe au Maroc des surfaces considérables s'étendant sur près de 900 000 ha. Malheureusement aucune Tetraclinaie au Maroc n'est soumise à un plan de gestion bien que les potentialités de ces milieux sont importantes. Dans l'espoir de voir un jour les praticiens se pencher sur ces problèmes, nous espérons par ce travail contribuer à éclaircir quelques problèmes biogéographiques et écologiques fondamentaux posés par l'étude des peuplements de Thuya dans ce pays.

¹ Département de Botanique et Ecologie végétale, Institut Scientifique, B.P. 703, RABAT-Agdal.

² Faculté des Sciences et Techniques Saint Jérôme, Rue Henry Poincaré, 13397 Marseille, FRANCE.

AIRE DU THUYA AU MAROC

Les documents de base que l'on a ce sujet sont la carte phytogéographique du Maroc (EMBERGER, 1939) et celle des forêts (METRO et al. 1958). Nous analyserons successivement ces deux cartes avant de passer à une présentation de l'état actuelle des choses.

LA CARTE PHYTOGÉOGRAPHIQUE DU MAROC, (EMBERGER, 1939).

Cette carte est basée sur la notion de végétation climacique, or dans de très nombreuses régions, la végétation naturelle a été totalement éliminée si bien qu'il devient très difficile voire impossible de connaître ou d'évaluer le climax de ces régions. Une part importante de subjectivité intervient donc dans l'interprétation des zones actuellement sans végétation forestière ou préforestière spontanée. Là où les restes de végétation sont pratiquement inexistantes, EMBERGER a dû se baser sur l'étude des bioclimats de ces régions pour leur faire correspondre des espèces climaciques possibles. Quand on sait que ces études bioclimatiques reposent elles aussi sur des estimations, on mesure les dangers et les imprécisions liés à de telles évaluations. D'autre part, les Tetraclinaies étant parmi les peuplements qui ont le plus souffert de l'action humaine dégradante, il est incontestable que leurs surfaces ont sérieusement régressé. Ceci voudrait dire, au moins en partie, que l'aire très vaste du Thuya délimitée par EMBERGER il y a 45 ans, devait être plus proche qu'aujourd'hui de la réalité de terrain surtout en raison de son échelle. (1/1 500 000). Une critique importante que l'on peut faire à cette carte compte tenu des vérifications faites sur le terrain, est qu'elle accorde trop d'importance au Thuya par rapport aux essences qui l'accompagnent. Ainsi et contrairement à ce que la carte laisserait croire, le Thuya n'est pas partout pur et dominant là où il est représenté. Dans bien des cas, il est sérieusement concurrencé par d'autres espèces telles que: *Juniperus phoenicea*, *Juniperus oxycedrus*, *Quercus coccifera*, *Quercus rotundifolia*, *Pinus halepensis*, *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea* var. *oleaster*, *Phillyrea* sp., *Argania spinosa*.

LA CARTE DES FORÊTS, METRO 1958

Dans cette carte, seuls les massifs forestiers ont été représentés, ceci dans un double but:

- Délimiter les zones forestières ou alfatières appartenant à l'état.
- Contribuer à l'étude et au recensement du patrimoine végétal national.

Les limites des massifs sont donc des limites du domaine forestier ou alfatier de l'état ou celles des massifs soumis au régime forestier à l'époque. Toutes les végétations situées hors de ces domaines n'ont pas été prises en compte. Les auteurs ne se sont donc pas souciés à l'occasion de cette carte des problèmes d'ordre écologique et floristique.

Ce document apporte néanmoins d'importantes précisions sur le degré d'homogénéité des peuplements. Ainsi la nature hétérogène des Tetraclinaies du Rif, du Moyen Atlas (sauf dans le bassin du Mdez où l'importance du Genévrier rouge n'est pas reconnue) du Plateau Central et des régions d'El Ksiba jusqu'à Bin el Ouidane est bien marquée. L'autre avantage essentiel de cette carte est qu'elle représente des limites précises des massifs forestiers. Ceci permet d'évaluer

le recul spectaculaire de certaines de ces limites sous l'action de la forte pression anthropique dans beaucoup de régions. Concernant la partie rifaine, jadis sous occupation espagnole, les limites des forêts sont par contre grossières et très peu précises.

LA RÉPARTITION ACTUELLE DU THUYA AU MAROC.

Les répartitions du Thuya proposées par METRO (1958) et EMBERGER (1939) étant différentes l'une de l'autre, il s'en suit que les aires de ce résineux figurant dans les deux cartes ne sont pas les mêmes compte tenu du fait que l'aire délimitée par EMBERGER englobe totalement celle proposée par METRO. S'il est certain que le Thuya est présent partout où il figure dans la carte des forêts, il n'est pas sûr qu'il existe ou ait existé partout où le signale la carte d'EMBERGER. Comment donc interpréter les différences ? Elles peuvent correspondre à :

- d'anciennes Tetraclinaies défrichées totalement ou partiellement (hypothèse EMBERGER)
- d'autres climax où le Thuya joue un rôle secondaire à titre d'essence associée (exp. Juniperaie, Oléastraie ... à Thuya).
- enfin à des climax dans lesquels le Thuya n'existait pas.

Dans ce qui suivra, il ne s'agit pas de résoudre tous ces problèmes mais de les aborder au moins là où ils se posent. L'exposé traitera aussi des problèmes relatifs à la structure et à la nature des peuplements ainsi qu'à leur état.

1- Le Thuya dans le Rif.

Les peuplements de Thuya que l'on observe actuellement occupent d'assez importantes surfaces sur la dorsale calcaire surtout dans la vallée de l'O.Laou et ses affluents. Ces peuplements sont bienvenants, souvent denses, et riches en espèces mésophiles lentisque, phillaires, caroubier, chêne kermès...). Tetraclinis constitue ensuite une frange remarquable rappelant un maquis qui suit le littoral depuis l'oued Laou jusqu'à Kalaât Iris. Vers sa limite altitudinale supérieure, 900m en versants nord et 1 200m en versants sud, ce résineux est de plus en plus concurrencé par le Chêne Vert. Dans la région de Kalaât Iris, on a une Tetraclinaie très dense qui se présente à l'état de taillis très bas (moins de 2m) avec des sujets malvenants en boules plus ou moins secs, ceci à moins de 200-300m près de la côte. Plus à l'intérieur (exp. région de Béni Boufrah), vers 400-500m, les restes rares de Thuya s'observent dans les marabouts. En dehors des lieux protégés, on voit quelques beaux pieds au cœur des champs de culture.

Ces formations décrites entre l'oued Laou et l'O. Bni boufrah sont loin de coloniser tous les reliefs du littoral. Les zones totalement défrichées ou presque sont fréquentes ; de grandes surfaces représentées le plus souvent par des bas de pentes, des dépressions et versants doux ont été totalement défrichées par l'Homme et sont cultivées. Plus à l'Est dans les régions d'Al Hoceima, la chaîne calcaire des Bokoya est presque totalement nue.

Dans l'Est rifain, l'aridité et la déforestation intense, surtout dans la partie nord, font que le Thuya ne persiste qu'au niveau des reliefs des derniers chaînons orientaux à moins 1000m en général. Ses peuplements très hétérogènes constituent des matorrals bas souvent très dégradés.

Au Sud, le Thuya est relativement mieux conservé. Depuis Tizi Ouzli jusqu'à El Kifane, il est en mélange avec le Pin d'Alep sauf sur les hauts sommets (au dessus de 1 200m) qui sont coif-

fés par le Chêne Vert. A l'Est les Tetraclinaies des régions de Mezguitem -Saka représentent un faciès très sec et sont en voie de disparition.

2- Le Thuya au Maroc oriental.

La situation actuelle de la répartition du Thuya au Maroc Oriental s'identifie globalement à celle indiquée sur la carte des forêts. Cependant, les limites des massifs ont beaucoup reculé. Ainsi toutes les bordures de massifs de Beni-Snassene, Debdou, Mekkam, Ez-zekara au contact des plaines de Triffas et de Guercif jusqu'à Oujda, ne montrent plus de Thuya ou alors des pieds agonisant souvent noyés dans une nappe d'Alfa.

3- Le Thuya dans le Moyen Atlas oriental.

Les seuls boisements importants en Thuya observables encore aujourd'hui dans le Moyen Atlas oriental occupent le bassin de Mdez-Sebou et la région de Bedchine. Ces deux importantes zones de Thuya sont reliées dans la carte d'EMBERGER par une ceinture continue qui suit les bordures septentrionales du Moyen Atlas. Certes, on retrouve actuellement du Thuya au Nord de Bab Azhar, au Sud de Taza et peut être ailleurs mais il ne s'agit alors que de surfaces très limitées où le Thuya est toujours loin d'être l'espèce dominante. Soulignons que la carte des forêts ne signale presque pas de Thuya sur ces piémonts nord-moyen-atlasiques.

Dans le bassin de Mdez-Sebou, le Thuya forme d'assez beaux peuplements tachetés d'enclaves très dégradées ou défrichées. A partir de Quantat Mdez et en allant vers le Sud, le Génévrier rouge devient de plus en plus important et arrive à constituer des peuplements purs. Plus au Nord, à partir de ce même repère, c'est le Génévrier rouge qui disparaît au profit du Thuya. Ce dernier constitue au N. d'El bsabis de beaux peuplements dont les périphéries septentrionales sont très dégradées. Tetraclinis manque sur de grandes surfaces avant d'atteindre les peuplements de Ghomra au N. d'El Menzel sur la rive Est du Sebou.

Dans la région de Bedchine, on assiste partout à un mélange de *Tetraclinis articulata*, *Juniperus phoenicea*, *Pinus halepensis* et *Quercus rotundifolia* qui est dominant à partir de 1200-1300m.

4- Le Thuya dans les vallées du Plateau Central et la méséta occidentale.

- Vallée de l'Oued Beht et ses affluents: De grands boisements de Thuya s'observent actuellement sur les rives du cours principal de l'Oued Beht depuis la région d'Ouljet Soltane jusqu'à celle au Nord d'Aïn Abelioun environ. Tetraclinis domine pratiquement tous les versants jusqu'à 650-700m dans les ubacs et 750-800m dans les adrets. L'état le plus fréquent des peuplements est celui d'une futaie souvent très vieille.

Les taillis ou jeunes futaies sont rares, ils montrent localement (revers Sud de Mejma Sline à l'Ouest de Ouljet Soltane) de très beaux massifs denses et bienvenants. Les Tetraclinaies de la vallée supérieure de l'Oued Beht sont plus ou moins hétérogènes.

- Vallée de l'O. Bou reg-reg: Dans la partie inférieure de la vallée, les seules Tetraclinaies encore bien représentées existent dans la région d'Aïn Al Harrak. Ces peuplements très clairs, garnissent tous les versants S, SE. et S.W. et ne débordent nulle part sur les plateaux. Sur versants N. et N.W., les essences secondaires dominent souvent le Thuya. Toutes ces forma-

tions subissent une forte pression humaine et ne cessent de régresser.

Plus à l'intérieur, le Thuya fait défaut dans toute la cuvette de Maâziz; les premiers sujets ne réapparaissent qu'au Sud de cette localité juste à l'W de Tedders. Le long de toute la vallée moyenne et inférieure de l'O. Bou Reg-reg jusqu'au Plateau du Ment, le Thuya est presque partout présent avec une fréquence plus ou moins élevée sauf au niveau des bas fonds et des hauts sommets (plus de 600-700m environ aux versants N. et 800-900m au versants S.). Ailleurs, sa présence est importante surtout sur pentes fortes en versants S. et S.E. .

- Vallée de l'O. Grou: la partie inférieure de l'O. Grou dans l'arrière pays de Rabat ne montre plus qu'une frange étroite de végétation très dégradée avec de très rares Thuyas. Au Plateau central, à partir de la région de Tsili jusqu'à celle d'Aïn Lahitte en suivant l'O. Grou, on observe des restes de Thuya et d'essences secondaires représentés par des pieds tordus, rabougris, des troncs géants de Thuyas morts s'observent encore fixés dans le sol.

Au Nord d'Aïn Lahitte, de beaux taillis de Thuya situés sur les versants S. et S.E. de la vallée (rive N.W. de l'Oued) tentent de survivre et de résister aux divers et importants maltraitements malgré la surveillance des forestiers. Sur les versants N. et W., les Tetracлинаies sont très hétérogènes. Vers la région de My. Bouazza, les altitudes augmentent et le Chêne Vert s'installe pour couvrir avec des îlots de chêne liège les hauts reliefs séparant les oueds Bou reg-reg et Grou.

Au S.S.E. de My. Bou Azza, des restes de Thuya sont partout présents au dessous de 1000 m environ, mais dispersés et misérables.

Dans la région de Sidi M'Bareck, c'est une Oxycédraie à Chêne Vert que l'on trouve au dessus de 850 m à peu près et à Thuya aux altitudes inférieures. A moins de 400-500m, ce sont les restes de l'Oléastre et du Tizra qui dominent.

Depuis la région d'Aïn Lahitte jusqu'à Sidi M'bareck, sur la rive N.W. de l'O. Grou, une Tetracлинаie pure était indiquée dans la carte des forêts. Il n'en persiste hélas que de rares troncs géants solidement fixés dans le sol.

- Vallée de l'O. Khorifla: Les premiers Thuyas s'observent dans la région d'Aïn el Aouda sur les versants de l'Oued sans déborder sur les plateaux. Le Thuya reste limité aux versants S. et S.E. sans former nulle part des peuplements purs importants: L'infiltration d'essences secondaires est assez importantes. Ces Tetracлинаies hétérogènes souvent dégradées, suivent la vallée jusqu'au S.E. de Sidi B et tache ou le Chêne liège prend de l'importance.

- Région de Mdakra-Achache.

Les diverses expositions offertes par les vallées des oueds Néfifikh, Mellah et leurs affluents sont peuplées de Tetracлинаies assez pures à l'état de gaulis ou perchis denses ou même de futaie sur souche. Tous ces types de peuplements sont bienvenants, plus ou moins réguliers. Ils ont été tous rajeunis après coupes ou incendies.

En dehors des fonds de ravins à sols profonds, le Thuya est présent sur tous les versants. La présence du Chêne liège sur les hauts sommets exposés à l'océan ou du Chêne Vert dans d'autres expositions reste assez limitée.

Ainsi comme le montre la carte des forêts, les Tetracлинаies du Plateau central sont le plus souvent hétérogènes et cantonnées aux principales vallées. Dans l'ensemble, l'état de ces Tetracлинаies est dégradé; il est dramatique dans l'O. Grou. La carte D'EMBERGER exagère beau-

coup l'aire du Thuya dans ces régions surtout sur le plateau de l'Oued Zem où aucune trace n'est actuellement visible.

5- Le Thuya dans le Moyen Atlas occidental et le Haut Atlas.

5.1.- Les piémonts nord-atlasiques.

Le Thuya se rencontre de façon irrégulière depuis la région de Khnifra jusqu'à Imi-n-Tanoute. La bande continue que montre la carte d'EMBERGER est loin d'être la réalité actuelle. De plus, il s'agit alors presque toujours de Tetraclinaies hétérogènes où le Genévrier rouge et l'Oxycedre sont de sérieux concurrents pour le Thuya. En dehors des principales vallées qui créent de grandes échancrures dans les puissantes chaînes atlasiques, la présence du Thuya est rare en particulier sur les pieds des escarpements nord de ces chaînes donnant directement sur les plaines.

Tous les exemples étudiés sur les piémonts nord atlasiques montrent une fois encore que la situation actuelle du Thuya est très différente de celle présentée dans la carte d'EMBERGER. La carte des forêts au contraire traduit assez bien la réalité. Nos observations peuvent être résumées de la sorte:

- Sur les premiers reliefs atlasiques, à moins de 800-850m, s'observent des formations très ouvertes où dominent une ou plusieurs essences: *Acacia gummiifera*, *Ephedra*, *Euphorbia resinifera*, *Retama monosperma*, *Withania frutescens*, *Olea europaea* var. *Oleaster*...

- A l'intérieur, dans la chaîne principale entre 950 et 1300-1400m environ, le Thuya est présent sur les versants exposés au S. et S.E. . Partout le Genévrier rouge l'Oxycedre et les essences secondaires le concurrencent.

- Le Thuya est absent ou faiblement important là où les reliefs montent brusquement avec passage rapide des plaines aux hauts sommets.

5.2. Revers sud du Haut Atlas

Sur la façade méridionale du Haut Atlas, seules les Tetraclinaies des régions au Nord d'Aoulouz sont importantes tant par la surface qu'elles occupent, et que traduit bien la carte des forêts, que par les problèmes qu'elles posent. En suivant la piste qui descend d'Ijoukak vers Aoulouz, la végétation forestière à Thuya débute à partir de 1400m environ¹. Les grands boisements s'observent dans la cuvette de Launin (drainée par l'assif-n-Tiziot qui longe le massif de l'adrar-n-Ouaougdimt par son côté NE). Ici également, les Tetraclinaies sont très hétérogènes; en plus de *Juniperus phoenicea*, *J. oxycedrus*, *Olea europaea* var. *oleaster*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus rotundifolia* qui sont les compagnes principales du Thuya sur les piémonts nord atlasiques, viennent s'ajouter *Argania spinosa*, *Acacia gummiifera*, *Rhus tripartita* et marquent fortement la physionomie de la végétation. Peu d'îlots purs de Tetraclinaies s'observent actuellement; citons le cas de la région du col au Nord de Taddert sur les bordures Est de l'Adrar n-Tadroukht où existe une vieille futaie qui périclète lentement. Ailleurs sur les grandes surfaces très peu accidentées au Nord de Taddert, apparaît un très beau gaulis de Thuyas denses

1: Il s'agit de la limite altitudinale supérieure.

et bienvenants qui représente un bel exemple de Tetraclinaies pures. A l'Est et au Sud Est d'Aoulouz, seuls les versants N. et N.W. donnant directement sur l'assif Aouzioua sont encore relativement bien peuplés en Thuya.

On observe donc ici une situation très comparable à celles des contreforts nord atlasiques avec des peuplements très hétérogènes, discontinus et dégradés. D'autre part comme le montre la carte des forêts, il n'y a pas actuellement de ceinture à Thuya entre l'Arganier et le Chêne Vert sur le revers sud du Haut Atlas dans la partie donnant sur la vallée du Souss contrairement à ce qui figure sur la carte d'EMBERGER.

5.3. Le Haut Atlas occidental, le pays des Haha et des Ida-ou-Tanane.

Dans le couloir d'Argana le Thuya n'existe qu'en versant nord à plus de 500m d'altitude et mélangé à l'Arganier. Le Genévrier rouge fréquent à côté de ces deux espèces devient dominant à partir de 1000 m (exp. région de Tizi-n-Maâchou). A l'Est, mis à part les quelques derniers hauts sommets du Grand Atlas occidental (exp. région d'Aïn Asmama) où le Chêne vert domine au dessus de 1500m, le Thuya est partout présent sur les retombées occidentales du Haut Atlas et dans les Haha-Ida-Ou-Tanane. Sur les pentes, un mélange assez typique de Thuya, Arganier, Oléastre est fréquent. Par contre sur les plateaux, les Tetraclinaies tendent à être denses et pures à l'Est de Tamanar dans la région de Tanounja, et au N.W. d'At Daoud jusqu'à l'Amsitène. Ce dernier massif permet une avancée importante du Thuya à l'Ouest. Ainsi concernant le Haut Atlas occidental et le pays des Haha et Ida-ou-Tanane, on peut dire que la carte des forêts traduit assez bien la répartition actuelle du Thuya dans ces régions. Celle d'EMBERGER favorise de façon excessive ce résineux au détriment de l'Arganier surtout dans l'enclave de Tamanar-Tamri.

5.4. Région d'Essaouira

C'est l'unique exemple au Maroc où l'on trouve une Tetraclinaie sur sable en bordure de la mer. C'est une région assez spéciale qui montre des peuplements mixtes très particuliers de Thuya et de Genévrier rouge caractérisés par beaucoup d'espèces très rares ailleurs. Les principaux boisements à Thuya dominant apparaissent dans la région de Bou Tazzerte et au N.N.E. d'Essaouira jusqu'à Jbel El Hadid comme cela est indiqué sur la carte des forêts et celle d'EMBERGER. En dehors des parcelles très dégradées, la Tetraclinaie se présente en un taillis plus ou moins dense et bas en général.

5.5. Le Thuya dans l'Anti-Atlas.

Nous n'avons pas pu visiter cette région; il faut cependant remarquer que les deux cartes auxquelles nous nous sommes référés sont concordantes en ce qui concerne l'aire de l'Arganier. Pour le Thuya par contre; la carte des forêts ne le présente que par ses signes conventionnelles ce qui veut dire qu'il est sans grande importance dans la végétation de ce massif. Selon PELTIER (1962), il n'existe pas un pied de Thuya dans l'Anti Atlas actuellement à l'exception de quelques stations isolées et d'accès très difficile.

6. Conclusion sur la répartition du Thuya au Maroc

Une comparaison de l'aire actuelle du Thuya et de celle figurant dans la carte des forêts permet de constater la régression générale qu'a connue cette essence depuis les années 1950 dans tout le Maroc et surtout dans le Rif, le Maroc Oriental et le S.W. du Plateau Central. Une comparaison de l'état actuelle à la carte potentielle d'EMBERGER permet de prendre connaissance du recul extraordinaire du Thuya dans son aire climacique. Mais on peut discuter sur la valeur climacique des peuplements où le Thuya est présent dans les différentes régions du Maroc et sur les potentialités réelles d'autres essences dans la dynamique du tapis végétal forestier.

Parmi les renseignements que les cartes ne fournissent pas et que nous avons donnés, on doit mentionner:

- le caractère hétérogène des Tetraclinaies et le grand nombre d'espèces préforestières avec lesquelles le Thuya est presque constamment en relation,
- la structure en taillis plus au moins irréguliers de l'ensemble des peuplements. Seules quelques rares vieilles futaies subsistent encore,
- l'état souvent dégradé de l'ensemble des Tetraclinaies sur d'importantes surfaces, qui traduit les menaces pesant aujourd'hui sur l'aire potentielle actuelle déjà en fort recul par rapport à celle établie dans la carte des forêts et à fortiori dans celle d'EMBERGER.

LES CONDITIONS DU MILIEUX

GEOLOGIE ET GEOMORPHOLOGIE

Il est inutile de traiter ici ces deux aspects en détail pour toute l'aire du Thuya, d'autant plus que l'essentiel des renseignements accumulés sont de sources bibliographiques que nous avons complétées par des observations personnelles effectuées sur le terrain.

Il faut cependant souligner pour les régions étudiées leurs très grandes diversité et richesse en modèles orographiques et en faciès géologiques. Ainsi, si presque partout l'aire du Thuya est exposée à la mer, elle comprend malgré tout diverses situations internes créées par des dispositions particulières des reliefs faisant barrière aux influences maritimes. Aussi nous assistons à des aspects physiques allant des plus abrupts et accidentés (Rif occidental, Plateau Central) aux plus réguliers et monotones (plateaux des Haha) avec toutes les situations intermédiaires qui sont d'ailleurs les plus répandues (Maroc oriental, Moyen Atlas).

Concernant la géologie, nous observons tous les types de substrats allant des plus meubles (sables d'Essaouira) aux plus compacts (calcaire jurassique du Rif et des Atlas) et des plus tendres (marnes, argiles) aux plus résistantes (grès, quartzites, calcaire). De même les faciès rencontrés vont des plus anciens (Précambrien de l'Anti-Atlas) aux plus récents (alluvions quaternaires).

LE CLIMAT

1. Les précipitations

1.1. Les pluies

La façade méditerranéenne du Rif, surtout les parties occidentale et centrale, est assez arrosée recevant dans l'aire du Thuya 300 à 800mm de pluies par an. La partie orientale du Maroc

au sens large, montre des zones assez sèches avec des moyennes inférieures à 300 mm en particulier dans les vallées des oueds Moulouya, NKor et leurs affluents. Seuls les reliefs des chaînons Est-rifains, des Béni-Snassene et de Debdou sont plus humides en altitude sans toutefois dépasser la quantité annuelle de 600 mm. Le Maroc oriental et ses régions reçoivent rarement les perturbations d'origine atlantique qui n'arrivent pas à franchir le couloir de Taza. Heureusement, ces zones bénéficient de pluies méditerranéennes qui constituent un appoint intéressant.

Les vallées du Plateau Central, des rebords N. et N.E. du Moyen Atlas et les piémonts N.W. du Haut Atlas ont des précipitations qui oscillent entre 400 et 700 mm. Des valeurs inférieures à 400 mm se retrouvent dans la partie occidentale des Haha-Ida-ou-Tanane, dans le bassin versant du Souss et dans des situations internes: bassin du Mdez, vallée de l'Oued el Abid et de l'O. Nfiss, couloir d'Argana ...

Le régime pluviométrique saisonnier moyen le plus fréquent dans les Tetraclinaies ou à leur voisinage est du type HPAE avec des différences faibles entre les moyennes printannières et automnales. Les pluies estivales sont presque nulles et dépassent rarement 10 mm.

Le nombre annuel des jours de pluies varie fréquemment entre 40 et 60 dans l'aire du Thuya. En altitude sur le Moyen Atlas, le Plateau Central et le Rif Occidental, il est plus élevé. Par contre, dans le Rif oriental, les bordures N. et S. du Haut Atlas, les Haha et Ida-ou-Tanane, on ne note que 30 à 40 jours de pluies par an.

1.2. La neige

La neige tombe rarement au dessous de 1000m d'altitude et disparaît rapidement. Elle ne touche donc, en faible quantité, que l'horizon supérieur des Tetraclinaies des montagnes du Rif, du Maroc Oriental et des Atlas.

1.3. Les précipitations occultes

Contrairement à la neige, les rosées et les brouillards sont fréquents et importants aux basses et moyennes altitudes dans les zones proches de la mer, orientées vers elle. Faute de mesures disponibles concernant le nombre de jours de brouillard dans chaque région, nous nous sommes appuyés sur des observations personnelles où celles d'autres auteurs (en particulier plusieurs communications orales de M. PEYRE) pour parvenir à une évaluation sommaire de leur rôle très important.

La côte atlantique a le nombre de jours brumeux le plus fort du Maroc.¹ Ces brouillards pénètrent souvent vers l'intérieur le long des vallées ouvertes à la mer. Au Nord, entre Rabat et Casablanca, ils suivent les nombreux oueds qui sillonnent la méséta côtière et le Plateau Central. Dans le bassin du Souss, les brouillards matinaux en provenance du S.W. couvrent fréquemment de bonnes parties des versants méridionaux du Haut Atlas et s'engouffrent dans les vallées vers le N. et le N.E.. Les piémonts nord atlasiques, surtout dans la partie occidentale, sont également intéressés par ces brouillards d'origine atlantique, et plus on s'enfonce dans

¹: DONADIEU (1977), estime à 50-150mm l'apport annuel d'eau lié aux rosées et brouillard dans ce littoral.

les vallées au coeur du Haut Atlas plus leur importance s'affaiblit. Le Rif surtout dans les parties centrale et orientale ainsi que le Maroc Oriental seraient relativement peu affectés par les brouillards sauf sur le littoral.

2. Les températures

2.1. Moyen des maximums du mois le plus chaud M.

Dans l'aire du Thuya, les valeurs de M sont en général assez élevées et comprises entre 30 et 40 °C. Le Thuya est donc soumis en été à d'importantes chaleurs, les mois les plus chauds sont généralement ceux de Juillet et Août. Les hautes valeurs de M concernent les stations éloignées de la mer et de faibles altitudes (Afourer, 450m, M= 40, 3°C). Plus on va vers les côtes, plus les moyennes s'atténuent; les stations littorales enregistrent les plus basses valeurs. A Essaouira, en raison de la proximité du courant froid des Canaries, M n'est que de 22,2 °C tandis que non loin de là plus au Sud dans la partie occidentale des Ida-ou-Tanane les étés sont très chauds (Tamanar M= 37, 4°C). Ailleurs, dans tous les niveaux inférieures des Tetraclinaies on retrouve des valeurs comparables avec M compris entre 35 et 40°C.

2.2. Moyenne des minimums du mois le plus froid m.

Contrairement à celles de M, les valeurs de m diminuent à mesure que la continentalité augmente et que l'altitude s'élève. Ici encore, les côtes sont favorisées; les valeurs de m varient entre 6 et 9,6°C. Les stations les plus froides de l'aire du Thuya sont celles des versants nord des Atlas, au dessus de 900-1000m, et du Maroc Oriental. Cette dernière région subit l'influence des Hauts Plateaux froids. Partout, les mois les plus froids de l'année sont ceux de Décembre et Janvier. Les valeurs négatives de m sont exceptionnelles dans l'aire du Thuya.

2.3. Amplitude thermique extrême moyenne M-m.

Le calcul de l'amplitude thermique extrême moyenne permet de distinguer 3 types de climats (sensu DEBRACH) dans l'aire du Thuya:

-Climat insulaire, $M-m < 15$: il est très peu représenté et concerne uniquement les environs immédiats de la ville d'Essaouira.

-Climat littoral, $15 < M-m < 25$: il occupe une frange côtière et intéresse donc les Tetraclinaies des basses altitudes des versants méditerranéens du Rif.

-Climat semi-continental, $25 < M-m < 35$: c'est le loin le plus développé; il intéresse le Plateau Central, le Moyen Atlas, les Haha-Ida-Ou-Tanane, le Rif et le Maroc Oriental sauf le long de la côte. Sur les piémonts septentrionaux des Atlas et sur les rebords nord des Haut Plateaux se produit une continentalisation progressive du climat, et il n'est pas exclu que le climat continental méditerranéen ($M-m > 35$) concerne localement l'aire du Thuya dans des situations particulièrement encaissées et assez élevées en altitude.

3. Les vents.

La puissante barrière des Atlas divise le Maroc en deux parties et les vents se répartissent en deux principales directions:

-La partie N.N.W. dite cisatlantique est soumise aux influences de vents du N. et du N.W. assez humides et frais.

-La partie S.E. est ouverte aux influences sahariennes et tropicales amenées par des vents S. et S.E. souvent très violents.

Dans la partie N. et N.W., les régions les plus ventées sont la péninsule tingitane et particulièrement la région du détroit, les environs d'Essaouira et le couloir de Taza. Dans le Rif occidental côtier, la brise de mer joue en plus un rôle presque permanent comme sur le reste des côtes. La dominance des vents d'W. et S.W. fait que les températures hivernales affectent peu les versants méditerranéens aussi protégés des régimes de vents nordiques.

A Essaouira, le vent souffle toujours l'été comme l'hiver à des vitesses souvent importantes; les moyennes mensuelles dépassent fréquemment 9m/s. Les vents du N et N.E. sont les plus fréquents, viennent ensuite ceux du S. et S.W. surtout l'hiver, ce qui explique les variations discutées plus haut pour cette région.

Le couloir de Taza permet le libre échange d'air entre les plaines relativement humides du Gharb et celles sèches et chaudes du Maroc Oriental suivant une direction dominante E-W. En hiver, les vents d'Ouest froids et humides l'emportent largement sur les influences de l'Est. En été, leurs fréquences sont équilibrées. Soulignons que les vents d'Est, connus sous le nom de Chergui, se manifestent par des raffales violentes et l'arrivée d'importantes masses d'air chaud et sec.

Le long des côtes atlantiques bien ventilées s'imposent des vents du N. ou des directions voisines. Par contre vers l'intérieur, les vents W. et S.W. dominent presque partout avec de relatives faibles fréquences et vitesses.

Le Maroc Oriental au sens large, y compris une partie du Rif, est soumis à des vents d'E. et S.E. qui semblent être importants surtout loin de la mer vers le Sud. A Oujda, la vitesse moyenne mensuelle des vents au sol dépasse souvent 5m/s à Al Hoceima elle est toujours inférieure à 5m/s.

Dans la région d'Agadir, les courants aériens de direction E-W dominant, L'Anti Atlas, peu élevé ne s'oppose pas à la libre circulation de l'air de la mer vers le continent (les jours et l'été) et vice versa (les nuits et l'hiver).

4. L'humidité de l'air et l'évaporation

4.1. L'humidité de l'air

En dehors des zones côtières où le Thuya peut être important, l'humidité relative est souvent faible et marquée par de grandes variations journalières (de l'ordre de 20% sur les côtes et 50% à l'intérieur) et saisonnières (respectivement 10% et 30% environ).

Les valeurs diurnes les plus faibles s'enregistrent de 11h à 19h avec un minimum vers 15h à 16h.

Si l'on examine la répartition saisonnière, c'est partout l'été qui montre les plus basses valeurs sauf sur le littoral où l'on assiste à une situation inverse.

Le Thuya, étant toujours situé dans une aire à climat insulaire, littoral ou semi-continentale, il est rarement soumis, surtout l'été et dans des zones limitées, à de faibles valeurs d'humidité relative de l'air. Celles-ci ne descendent jamais globalement à moins de 40%. Par contre,

des valeurs voisines de ce pourcentage pourraient être facilement atteintes dans les vallées encaissées des Atlas.

Partout les jours secs à 100% sont possibles voire fréquents là où les vents d'Est sont importants. Au contraire, le long des côtes c'est l'état saturé de l'air qui est monnaie courante. Cette situation semble être plus irrégulière cependant sur les escarpements océaniques du Plateau Central et les piémonts Nord du Haut Atlas central.

4.2. L'évaporation

L'évaporation annuelle, déjà considérable dans la zone littorale (1775mm au barrage de l'O. Mellah), dépasse 2m dans la région cisatlantique avec 2038 mm à Lalla Takerkoust (au S de Marrakech), 2239 mm au barrage de l'office chérifien sur l'O. Zemrane, 2350 mm à Imfout dans le Tadla. Les vallées du Haut Atlas calcaire septentrional ont des taux voisins: 2124 mm à Bin el ouidane, 2528 mm dans le bassin de Tessaout. Ces mesures faites dans des conditions particulières sont en fait, d'après LOUP (1957), supérieures à la réalité qui avoisinerait: 1350mm (O. Mellah), 1580mm (Lalla Takerkoust), 1750 mm (O. Zemrane), 1830 mm (Imfout, 1650 mm (Bin el ouidane). Par extrapolation à partir de ces chiffres l'auteur évalue l'évaporation à :

1200-1500 mm pour la zone littorale atlantique,

1500-2000 mm pour les plaines, les plateaux et dans les vallées des montagnes du Maroc cisatlantique,

2000-2500 mm pour le Maroc Oriental et les versants S des Atlas.

L'aire du Thuya ne connaît donc nulle part une évaporation intense supérieure à 2000 mm. Au Maroc Oriental, les valeurs d'évaporation annuelle dépassant ce chiffre, seraient enregistrées uniquement dans la vallée de la Moulouya et dans les plaines soumises à des chaleurs fortes en été.

5. Synthèse bioclimatique.

5.1. Le coefficient pluviothermique d'EMBERGER Q_2

Les valeurs de Q et de m permettent la construction d'un climagramme que SAUVAGE (1963) a utilisé pour dresser la carte des étages bioclimatiques du Maroc. Son examen montre que l'aire du Thuya se situe essentiellement dans le semi-aride:

- chaud, sur le littoral rifain occidental et atlantique (Essaouira),
- doux et tempéré, dans
 - la façade méditerranéenne du Rif central
 - le Rif oriental, les régions de Mechraâ Hamadi et Berkane
 - la méséta côtière entre Rabat et Casablanca et la partie occidentale du Plateau Central
 - les Haha et Ida-ou-Tanane
- frais, dans-les régions d'Aknoul, Béni-Snassene et les rebords nord des Hauts Plateaux où l'on a même du semi-aride froid.
 - une partie du Plateau Central et du Moyen Atlas, les piémonts nord du Haut Atlas et le Haut Atlas Occidental.

Le bioclimat aride dans ses variantes douce et tempérée voire fraîche concernerait la base des Tetraclinaies du Rif, du Maroc Oriental et des vallées du Haut Atlas. De même les niveaux

supérieurs des Tetracinaies occupent souvent le subhumide tempéré ou doux dans le Rif occidental, les Béni-Snassene, le Moyen Atlas, le Plateau Central et les contreforts nord atlasiques.

5.2. Saison sèche et indice xéothermique de BAGNOULS et GAUSSEN.

Au Maroc, le nombre de mois secs au sens de BAGNOULS et GAUSSEN va de zéro dans les hautes montagnes du Rif jusqu'à 12 dans l'extrême S. et SE du pays. Dans l'aire du Thuya, la période sèche dure en général 5 ou 6 mois. Elle n'est que de 3 ou 4 dans les niveaux altitudinaux supérieurs de cette aire. Par contre, elle peut être de 7 voire 8 mois dans les Haha-Ida-ou-Tanane, le revers sud du Haut Atlas central et occidental, l'Anti-Atlas, les plaines et les vallées du Maroc Oriental.

Les valeurs mesurées de X sont très rares; la carte bioclimatique de la région méditerranéenne (UNESCO-FAO 1962) reste la seule référence importante. Elle est toujours utilisée malgré sa très petite échelle (1/5.000.000) et ses imprécisions. Selon cette carte, l'aire du Thuya est soumise à des climats:

- mésoméditerranéen accentué ($75 < X < 100$): niveaux supérieurs des Tetracinaies rifaines, du Haut Atlas depuis El Ksiba jusqu'à Aït Ourir
- thermoméditerranéen ($100 < X < 150$): littoral rifain, Rif oriental, Béni-Snassene, régions au Sud d'Aknoul, piémonts Est du Moyen Atlas oriental, méséta côtière entre Rabat et Casablanca, vallées du Plateau Central, piémonts nord du Haut Atlas à l'Est d'Aït Ourir, rives du bassin versant de l'Oued Souss
- xéothermoméditerranéen ($150 < X < 200$): dans les Ida-ou-Tanane et les rebords nord des Hauts Plateaux.

Pour le Maroc Oriental, la carte bioclimatique de la région méditerranéenne accorde à notre avis une place exagérée au xéothermoméditerranéen et au subdésertique. En effet, il est difficile d'admettre plus de 200 jours secs dans la régions de Debdou, Aïn Serrak et Jerada où se développent des Tetracinaies riches en Lentisque, Arbousier et Chêne Vert.

CONCLUSION

Tels sont les traits généraux des conditions physiques régnant dans l'aire du Thuya au Maroc. Nous constatons une grande diversité de ces conditions et donc une relative hétérogénéité de ces milieux dont le seul élément commun reste la présence du Thuya. Ceci nous amène à déduire dès maintenant la grande aptitude de cette espèce à coloniser différents milieux, ce que nous tenterons d'exposer dans le chapitre suivant.

AUTOÉCOLOGIE DU THUYA

LES FACTEURS CLIMATIQUES

1. Les précipitations

1.1. Les pluies

L'optimum pluviométrique du Thuya se situe entre 300 et 600-650 mm/an; mais il peut se contenter de 250 à 300 mm en situations climatiques littorales ou insulaires ou exceptionnellement

sous climats continentaux assez secs à hiver frais. Cependant dans ces conditions le Thuya ne parvient jamais à constituer de beaux peuplements surtout en zones continentales, cas fréquents au Maroc oriental:

Aïn Guenfouda	P: 246 mm/an	M= 32,5 °C	m= 1,5 °C
Saka	P: 290 mm/an	M= 36,5 °C	m= 2,2 °C

Dans ces régions orientales, de vieux pieds de Thuya survivent très difficilement le plus souvent au milieu de vastes nappes d'Alfa. Ces pieds militent en faveur d'une installation de *Tetraclinis* dans des conditions écologiques plus favorables. Au contraire, sur le littoral rifain comme atlantique dans la région d'Essaouira, le Thuya supporte bien les basses valeurs de pluies en raison des faibles pertes en eau par évapotranspiration, et des apports hydriques par précipitations occultes. Cependant, l'action des vents et des embruns peut freiner le développement de ce résineux.

La limite supérieure pluviométrique du Thuya quant à elle, est beaucoup plus élevée qu'on ne l'a considéré jusqu'à présent. En effet, les valeurs de 650-700 mm/an sont fréquentes sur les sommets où prospèrent des peuplements à Thuya. En pieds isolés, ce résineux peut supporter plus de 800 mm sur des sols filtrants, pentus, en exposition chaude.

1.2. La neige

Les horizons altitudinaux supérieurs des *Tetraclinaies* peuvent recevoir suivant les années plus ou moins de neige qui ne constitue jamais de couche importante et joue par conséquent un rôle mineur. La neige, liée au froid, limite le développement en altitude du Thuya qui cède alors la place au Chêne Vert et/ou Genévrier rouge.

1.3. Les précipitations occultes

Si les apports en eau liés aux précipitations occultes sont bénéfiques pour le Thuya des régions littorales ou voisines, l'exès de ces dernières l'élimine par contre des façades maritimes très brumenses surtout sur substrats non calcaires. Dans l'arrière pays de Rabat-Casablanca, ces situations sont dominées par *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea*, *Olea europaea* var. *Oleaster* ou par *Quercus suber*. Une atmosphère très riche en eau (surtout à l'état liquide) est donc très mal supportée par le Thuya comme d'ailleurs l'atmosphère très sèche des zones continentales où il est alors remplacé par le Genévrier rouge et/ou par le Pin d'Alep.

2. Les températures

2.1. Moyenne des maximums du mois le plus chaud M:

La très grande majorité des stations proches des zones de *Tetraclinaies* montre des valeurs de M comprises entre 28 et 38°C, ce qui ne veut pas dire que le Thuya ne supporte pas des températures supérieures à 38°C. Des moyennes mensuelles de températures maximales extrêmes supérieures ou égales à 40°C peuvent être supportées par le Thuya comme le montrent les valeurs de ces moyennes enregistrées (DEBRACH et al. 1958) dans les stations suivantes au mois de Juillet; Khnifra: 45,1°C, Amizmiz: 40,5°C, El Kansera O. Beht: 44,8°C, Berkane: 40°C. Les hautes valeurs de M (M > 35°C) ne sont supportées par *Tetraclinis* que dans les régions relativement humides.

2.2. Moyenne des minimums du mois le plus froid

Les minimums hivernaux aussi chauds soient ils, sont très bien supportés par ce résineux. On peut signaler les Tetracinaies d'Essaouira qui connaissent les hivers les plus chauds du Maroc (Essaouira $m=9,6^{\circ}\text{C}$). Les hivers tempérés, doux, chauds et très chauds conviennent le mieux au Thuya. Par contre, il supporte difficilement la variante fraîche de m suivant les sols et le degré d'humidité. Ainsi à Moulay Bou Azza (Plateau Central), Tetracinais est très rare et dominé par le Chêne Vert avec $P = 579$ mm/an, $m = 1,7^{\circ}\text{C}$, $M = 33,5^{\circ}\text{C}$ alors qu'il végète très bien à Ouljet Soltane (S.E. de Khémisset) plus humide mais à hiver tempéré, $P: 606$ mm/an, $m = 3,8^{\circ}\text{C}$, $M = 33,8^{\circ}\text{C}$. Le Thuya peut supporter des températures moyennes extrêmes voisines de 0°C ou même négatives pourvu qu'elles ne soient pas de longue durée.

3. Synthèse écoclimatique

- Coefficient pluviothermique d'EMBERGER Q_2

Le Thuya est dans l'ensemble lié au bioclimat semi-aride tempéré, doux, chaud et très chaud. Mais il ne fait aucun doute que ce résineux, aidé par la nature calcaire des sols et les fortes pentes, pénètre aussi dans le subhumide chaud, doux et tempéré. Tel le cas aux horizons supérieurs des Tetracinaies du Rif centro-occidental, du Moyen Atlas et du Plateau Central (région d'Oulmès) entre autres. Au subhumide, le Thuya ne constitue pas de vrais peuplements, mais il fait partie généralement dans les zones forestières ouvertes du cortège du Chêne Vert. Cependant une exception à cette règle est importante à signaler dans le Rif occidental où BENABID (1982) a décrit des peuplements sylvatiques potentiels de Thuya au subhumide sur des substrats très filtrants.

Si l'existence de Tetracinais dans le subhumide ne fait aucun doute, elle est par contre beaucoup plus aléatoire dans l'aride. Or, et du moins dans l'état actuel des choses, si l'on considère les données climatiques et la carte bioclimatique (SAUVAGE 1963), on constate que dans beaucoup de régions les niveaux inférieures des Tetracinaies sont en ambiance assez franchement aride. Des exemples de ce type peuvent être présentés au Maroc Oriental (Saka $P: 290$ mm/an, Aïn Guenfouda $P: 246$ mm), dans la région d'Aoulouz (Aoulouz $P: 305$ mm, Taliouine $P: 205$ mm) et au Sud d'argana (Argana $P: 176$ mm). Certes on ne peut guère raisonner uniquement sur ces chiffres qui ne proviennent pas de stations situées au coeur des Tetracinaies (Sauf pour Saka), mais la végétation approuve elle aussi ces conclusions. Le Thuya dans ces zones plus ou moins arides est très malvenant, largement dominé par des concurrents beaucoup plus xérophiles: *Argania spinosa*, *Acacia gummifera* ou *Stipa tenacissima* et surtout il ne se régénère pas. L'idée de l'existence de Thuya mieux venant dans le passé, et l'aridification du climat de ces régions, surtout au Maroc Oriental, du fait des défrichements est fort probable.

- Indice xérothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (X).

Selon la carte des étages bioclimatiques de la région méditerranéenne (UNESCO, FAO 1962), les Tetracinaies marocaines s'étalent sur le xérothermoméditerranéen ($150 < X < 200$), le thermoméditerranéen ($100 < X < 150$) et le mésoméditerranéen accentué ($75 < X < 100$). Les valeurs de X comprises entre 80 et 180, et avancées par BAGNOULS et GAUSSEN (1953) comme étant celles supportées par le Thuya paraissent raisonnables.

En conclusion il faut insister sur le fait que l'imprécision des valeurs mesurées, le caractère étalé des moyennes, les actions antagonistes ou synergiques des différents facteurs obligent à être très prudent dans l'évaluation des marges de tolérance du Thuya (comme pour tout autre être vivant) vis à vis de tel ou tel facteur et de n'avancer aucune valeur précise si ce n'est des fourchettes pour les limites climatiques du Tetraclinis.

LES FACTEURS EDAPHIQUES

1. Les substrats

C'est surtout la nature physique du substrat qui intervient dans la répartition du Thuya aux limites de son aire bioclimatique. Ainsi, dans les régions assez humides, cette essence recherche les substrats calcaires, bien drainés, secs, retenant peu d'eau. Au contraire, dans les endroits très secs, il se réfugie aux bas des pentes sur les sols à bon bilan hydrique.

Il ne supporte qu'exceptionnellement les substrats argileux s'ils sont de très faible épaisseur ou sur fortes pentes. Ailleurs, en conditions bioclimatiques favorables, Tetraclinis colonise tous les autres types de roches calcaires, siliceuses ou éruptives. La texture des sols liée au bilan hydrique de ces derniers, et par conséquent leur nature physique, joue un rôle important dans la répartition du Thuya.

2. Les sols

Une simple tournée dans quelques unes des Tetraclinaies marocaines montre clairement qu'il n'y a pas de sols particuliers propres à leurs peuplements. La présence de ces formations dans des conditions souvent xérophiles ralentit considérablement la pédogenèse; les sols étant privés de l'action pédodynamisante du climat humide. A ceci s'ajoute l'action humaine directe ou indirecte qui perturbe et freine beaucoup cette évolution. Toutes les différences que nous pouvons observer dans différents groupements sont liées aux variations des natures physique et chimique des substrats auxquelles le Thuya est assez indifférent.

24 profils pédologiques répartis (carte 1) dans tout le Maroc ont été étudiés;

profil 1: sol calcimagnésique du type rendzine

profil 2: sol rouge fersiallitique

profil 3: sol brun rouge méditerranéen

profil 4: rendzine peu évolué

profil 5: lithosol peu évolué sur marno-calcaire

profil 6: sol brun rouge méditerranéen

profil 7: sol brun à lessivage plus ou moins variable

profil 8: rendzine dégradée évoluant vers une protorendzine

profil 9: lithosol marno-schisteux

profil 10: sol mixte: rendzine de transition avec ranker

profil 11: sol brun sur matériaux fersiallitiques

profil 12: sol brun fersiallitique

profil 13: sol brun évoluant dans le sens des rankers

- profil 14: rendzine magnésienne brunifiée
- profil 15: sol rouge fersiallitique brunifié
- profil 16: sol brun légèrement acide sur grès
- profil 17: sol brun calcaire à mull-moder calcique
- profil 18: sol fersiallitique évoluant sur sol rouge érodé
- profil 19 et 21: lithosol rouge
- profil 20: sol brun fersiallitique peu lessivé
- profil 22: sol rouge lessivé (terra rossa)
- profil 23: sol brun calcaire peu évolué
- profil 24: colluvions sablo-gréseux fixés.

Les caractéristiques de ces profils de même que les résultats des analyses granulométriques et chimiques peuvent être résumés comme suit:

- Texture en général moyenne, ni très fine argileuse, ni très grossière sableuse sauf dans de rares exceptions où d'autres facteurs écologiques compensant la compacité ou la meubilité des sols interviennent.

- Sols peu profonds dans la majorité des cas, avec des horizons mal différenciés assez pauvres en matières organiques sauf dans les stations où la végétation a été plus ou moins épargnée de l'action humaine et sous des conditions climatiques favorables.

- pH voisin de la neutralité; peu acide sur silice et peu basique sur calcaire

- complexe absorbant presque toujours saturé, sauf sur substrat siliceux où un déficit plus ou moins accusé est remarqué.

- Ca faible sur silice et plus particulièrement dans les horizons profonds.

Mg

Compte tenu des exemples étudiés ci-dessous et des travaux d'autres auteurs (BENABID 1976 et 1982, DEL VILLAR 1947) on peut dire qu'il n'y a pas de véritables sols forestiers, profonds, et bien évolués dans les Tetraclinaies marocaines, sauf de très rares exceptions. Presque partout on a des sols squelettiques à horizons peu différenciés, altérés et peu évolués. Leur évolution est perturbée par l'action humaine directe ou indirecte; la dégradation de la végétation implique des sols de plus en plus découverts qui sont la cible des agents érosifs comme les vents, le ruissellement, les changements brusque de température à leur surface ... L'évolution des sols des Tetraclinaies, même protégés, est très lente vu le climat assez sec auquel ils sont soumis. Ce caractère induit une pédogenèse particulièrement lente et les rend très sensibles à toute action humaine.

CONCLUSION

De cette étude il ressort que les principaux traits de l'écologie du *Tetraclinis articulata* sont sa thermophilie, sa xérophilie et sa rusticité. Cette essence du semi aride tempéré, doux et chaud peut atteindre le subhumide ou au contraire descendre dans certaines situations à l'aride supérieur. Sa capacité de résister au froid s'affaiblit quand l'humidité augmente; le froid humide limite considérablement le Thuya. Rappelons aussi que ce résineux est lié aux influences océaniques à conditions que celles-ci ne soient pas forte, abstraction faite du cas particulier des Tetraclinaies d'Essaouira. En fait le problème est assez compliqué et il est vraisemblable

que seule la forte humidité de l'air (avec existence d'eau à l'état liquide dans l'atmosphère) liée à un certain froid ($m:3-4^{\circ}\text{C}$) constitue un facteur limitant au développement du Thuya.

Les relations Thuya-sols ont été amplement évoqués dans ce chapitre. De leur étude, il ressort clairement l'indifférence de cette essence à la nature chimique du substrat. *Tetraclinis* rejette les sols à fort engorgement (hydromorphie temporaire) ce qui l'élimine des sols argileux lourds mal drainés. La texture des sols liée au bilan hydrique de ces derniers, et par conséquent leur nature physique, joue un rôle important dans la répartition du Thuya.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Nous ne saurions terminer ce travail sans souligner le grave danger qui menace toutes les *Tetraclinaies* marocaines. La dégradation de ces écosystèmes est de plus en plus importante au fur et à mesure que s'accroît la poussée démographique. Ses causes sont bien connues: exploitation du bois et de la résine, incendies, parcours... Eliminer ces causes et une gageure, car il s'agit de la vie de millions de riverains usagers de ces peuplements. Laisser les choses évoluer comme actuellement conduit inéluctablement à accélérer la disparition rapide de ces derniers. C'est donc un problème très épineux; la solution doit passer par une voie qui concilie ces deux impératifs totalement opposés et contradictoires. En fait la question est plus complexe et il faut distinguer deux aspects: d'une part, la surexploitation et d'autre part les modes anarchiques de cette exploitation qui naturellement accentuent les risques. C'est dire que l'évolution régressive de l'aire des *Tetraclinaies* est aujourd'hui alarmante. L'exemple de la destruction récente de celles de Saka (Maroc Oriental) et de My Bou Azza (Plateau Central) est très inquiétant par les conséquences secondaires qu'elle a engendrées. En l'espace de 20 ans environ, depuis les années 1950, des *Tetraclinaies* franches ont été réduites à une steppe d'Alfa dans le premier cas et dans le 2ème cas à une formation très ouverte à *Oléastre*, *Tizra* et *Asphodèle* parsemée de troncs géants de Thuya qui n'a pu rejeter sous la forte pression humaine.

Concernant l'autoécologie du Thuya, il est difficile d'apporter des précisions supplémentaires avec les seules données climatiques existantes, l'importance des facteurs édaphiques étant faible. Les cas particuliers mais intéressants où le Thuya est présent dans l'aride ou dans le subhumide sont pour nous très importants et leur étude pourrait mieux contribuer à affiner encore davantage l'écologie de ce résineux.

BIBLIOGRAPHIE

- BAGNOULS, F. et GAUSSEN, H. (1953).- Saison sèche et indice xérothermique.
Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 88, 3-4, 193-239.
- BENABID, A. (1976).- *Etude phytoécologique, phytosociologique et sylvopastorale de la Tetracliniaie de l'Amsittène*. Thèse Univ. Droit, Econom., Sc. Aix-Marseille III, 155 p.
- BENABID, A. (1982).- *Etude phytoécologique, biogéographique et dynamique des associations et séries sylvatiques du Rif occidental (Maroc)*. Thèse univ. Droit, Econom., Sc., Aix-marseille III, 199 p., Annexe: tab. et fig. 50 p.
- DEBRACH, J., OUSSET, J., et MICHEL, M. (1958).- Données nouvelles sur la température de l'air au Maroc. *Ann. Serv. Phys. Gl. et de Météor.*, 18, 67-118, Inst. Scientif. Chérif., Rabat.

- DEL VILLAR, E.H. (1947).- Types de sol de l'Afrique du Nord. *Mém.hors série et divers*, Fasc. 1, 136 p., Inst. Scientif. Chérif. Rabat.
- DONADIEU, P. (1977).- *Contribution à une synthèse bioclimatique et phytogéographique au Maroc*. Inst. Agr. et vétér. Hassan II, 155 p., Rabat.
- EMBERGER, L. (1939).- Aperçu général sur la végétation du Maroc, commentaire de la carte phytogéographique du Maroc au 1/1.500.000, *Veröff. Géobot. Ind. Zürich*, 14, 40-157.
- LOUP, J. (1957).- Notes sur l'évaporation au Maroc. *Rev. Géogr. alp.*, 45, 351-379, Grenoble.
- METRO, A. (1958).- Carte des forêts au 1/1 000.000 (4 feuilles/ avec notice de 157 p. *Atlas du Maroc*, Sect. 6, pl. 19a, *Com.Géogr.Maroc*, Inst. Scientif.,Chérif., Rabat.
- PELTIER, J.P. (1982).- *La végétation du bassin versant de l'oued Souss (Maroc)*. Thèse Doc.ès. sciences, Univ. scientifique et médicale de Grenoble.
- SAUVAGE, Ch. (1963).- Carte des étages bioclimatiques au 1/2000.000 avec Notice de 30 p. *Atlas du Maroc*, Sect. II, pl. 6b, *Com. Géogr. Maroc*, Inst.Scientif. Chérif., Rabat.
- UNESCO-FAO (1963).- *Carte bioclimatique de la zone méditerranéenne au 1/5000.000 avec notice explicative (Recherches sur la zone aride, 21)*. Unesco, Paris et FAO, Rome.