

Le pin d'Alep et les espèces voisines :

répartition et caractères écologiques généraux, sa dynamique récente en France méditerranéenne

par Pierre QUEZEL* et Marcel BARBERO *

Nous avons consacré récemment divers travaux aux problèmes évoqués ici à propos des pins méditerranéens du groupe "*halepensis*". Nous avons donc repris ces textes en y apportant les modifications mineures ou les compléments qui s'imposaient. Il s'agit essentiellement du texte (Quézel, 1987) présenté au colloque de Tunis sur le pin d'Alep et celui plus récent (Barbero et Quézel, 1990) consacré aux problèmes de déprise rurale et de ses effets sur les superficies forestières en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Les pins du groupe "*halepensis*" représentent un capital forestier majeur sur le pourtour de la Méditerranée. D'après Le Houërou (1980) ils occupent en effet environ 6,8 millions d'hectares et du point de vue des surfaces ne sont surpassés que par les chênes sclérophylles¹ et caducifoliés (environ 8 millions d'hectares chacun). Ces pins offrent par ailleurs, des exigences écologiques très modestes

* Université Aix-Marseille III - Institut méditerranéen d'écologie et paléoécologie URA C.N.R.S. 1152 Avenue Escadrille Normandie-Niemen 13397 Marseille cedex 13

¹ N.d.e. **Sclérophylle**: végétal à feuillage toujours vert avec des feuilles relativement petites, coriaces et assez épaisses.

pour des productivités faibles mais acceptables, ce qui a entraîné les forestiers à les utiliser à très grande échelle comme essences de reboisements.

Nous n'évoquerons ici que le volet écologique au sens le plus large et tenterons de fournir un aperçu aussi synthétique que possible des problèmes qui se posent. Il convient de remarquer qu'au cours de la dernière décennie, l'intérêt scientifique mais aussi forestier s'est considérablement accru vis-à-vis de ces essences. Rappelons en effet les synthèses publiées sur le pin d'Alep par Nahal (1962) et Quézel (1986) et sur le pin brutia (Nahal, 1984) ainsi que celle de Panetsos (1981) ou encore sur l'ensemble des conifères méditerranéens (Quézel, 1980). Sur le plan écologique et phytosociologique de nombreux ouvrages ont été récemment consacrés à ces essences ; signalons en particulier pour le pin d'Alep les travaux de Kadik (1983) en Algérie et d'Achhal et al. (1980), d'Achhal (1986) et de Quézel, Barbero et Benabid (1987) au Maroc. Pour le pin brutia divers travaux ont également été réalisés en Turquie (Akman, Barbero et Quézel, 1978), au Proche-Orient (Barbero, Chalabi, Nahal, Quézel, 1976, Abi-Saleh et al., 1976), à Chypre, Barbero et Quézel (1979) et en Crète (1980).

Si l'on s'en rapporte à Gaussen (1960), le groupe "*halepensis*" du genre *Pinus* représente un des trois

groupes de la section "*Halepensis*", caractérisé par des feuilles à 2 aiguilles et des cônes caducs.

Dans ce groupe, plusieurs espèces ont été décrites, mais deux seulement sont considérées actuellement comme de véritables espèces par la majorité des systématiciens ; c'est en particulier la position récemment adoptée par **Flora Europea**.

Ces deux espèces sont *Pinus halepensis* Mill. et *Pinus brutia* Ten. Sans entrer dans de longs développements systématiques, indiquons toutefois que la première de ces espèces a toujours été reconnue comme une entité relativement stable, alors que diverses unités ont été décrites autour de l'espèce *bruti*. Ce sont *Pinus stankeviczii* Sukaczew, *Pinus pithyusa* Stevenson et *Pinus eldarica* Medw. Ces trois pins ont par la suite été rattachés à titre de sous espèces à *Pinus brutia* par Nahal (1962), mais comme nous l'indiquons plus haut, **Flora Europea** ne prend à leur sujet aucune position précise. C'est dire que de futures recherches sont encore à entreprendre pour se faire une idée de la signification taxinomique exacte de ces pins.

Nahal (1984) a fourni un tableau très précis des critères morphologiques et anatomiques permettant de distinguer *Pinus halepensis* et les pins du groupe *brutia* ; nous n'y reviendrons pas ici. Il convient toutefois d'indiquer que l'analyse géné-



Carte 1 : Répartition de *Pinus halepensis* et *Pinus brutia* sur le pourtour méditerranéen.

tique de *Pinus halepensis* et de *Pinus brutia* sensu stricto, n'a pas été réalisée, et qu'il est évident pour tous ceux qui ont étudié ces espèces sur le terrain, que ces pins individualisent de nombreuses races en fonction des localités, de l'altitude, du substrat, et que ces critères devront être pris en

considération pour tout essai rationnel de reforestation.

Pinus halepensis et *Pinus brutia* peuvent par ailleurs s'hybrider et s'introgresser² au niveau de leurs populations mixtes notamment en Syrie, au Liban et en Turquie voire en Grèce (*Pinus golata* Papajoannou, 1954).

En Tunisie c'est lui qui colonise essentiellement les monts de la dorsale tunisienne.

En Espagne il est bien développé sur les chaînes littorales de Catalogne, de la région de Valence et de Murcie ; par contre, il est moins fréquent en Andalousie. Vers l'intérieur il existe en colonies disjointes dans la haute vallée du Tage ainsi que sur tout le pourtour de la vallée de l'Ebre. Il est présent dans toutes les îles Baléares.

En France, le pin d'Alep est assez peu répandu et épars à l'ouest du Rhône mais beaucoup plus fréquent en Provence. Il remonte dans la vallée du Rhône jusqu'aux environs de Montélimar. En Corse, il n'existe, avec une spontanéité douteuse, que dans la région de Saint-Florent.

En Italie, le pin d'Alep n'est jamais abondant; il s'observe çà et là, notamment dans le sud et en de rares localités de Sicile et de Sardaigne.

Dans les Balkans, il est présent sur le littoral adriatique surtout au sud de Split et réapparaît en abondance en certaines zones de la péninsule hellénique notamment dans le Péloponnèse nord occidental, en Attique, en Eubée et en Chalcidique occidentale.

Au Proche-Orient, sa présence en Turquie n'est certaine qu'au N.E. d'Adana (Quézel et Pamukçuoğlu, 1973). En Syrie, il constitue quelques boisements sur le revers occidental de la chaîne des Alaouites (Barbero, Chalabi, Nahal et Quézel, 1977) et se retrouve ensuite çà et là sur le littoral libanais (Abi-Saleh, Barbero, Nahal et Quézel, 1976). Il constitue enfin quelques peuplements relativement

I - Biogéographie et répartition

I.1 - *Pinus halepensis* Mill (carte n° 1)

C'est une espèce largement répandue sur le pourtour méditerranéen, où son aire de répartition a été précisée par de nombreux auteurs et en particulier par Nahal (1962). C'est une essence fréquente surtout en région méditerranéenne occidentale, mais qui se rencontre également en divers points du bassin méditerranéen oriental. Ses forêts occupent sans doute au total plus de 3,5 millions d'hectares.

Les pays du Maghreb constituent la zone où il offre son plus grand développement puisqu'on le rencontre à peu près partout sur les massifs montagneux, à l'exception cependant du Maroc atlantique ainsi que des zones littorales du Tell constantinois et de Kroumirie.

Au Maroc, le pin d'Alep est rare

(Emberger 1939). Il constitue toutefois quelques peuplements généralement isolés sur le pourtour des grands massifs montagneux et en particulier du Rif où il est relativement fréquent, sur le versant méditerranéen du Moyen-Atlas (régions d'Azrou, Ahermoumou et versant moulouyen des hautes chaînes orientales), et aussi du Haut Atlas où il est assez répandu dans les vallées internes du versant septentrional jusqu'au sud-ouest de Marrakech. Il existe encore en quelques colonies isolées sur le versant saharien de la chaîne. Il forme enfin quelques peuplements dans le Maroc Oriental et en particulier sur les monts de Debdou.

En Algérie (Kadik 1983) et en Tunisie, le pin d'Alep est très fréquent sur tous les massifs montagneux, du Tell littoral à l'Atlas Saharien, et s'il a souvent été fort maltraité par l'homme il en reste néanmoins de vastes peuplements en Oranie (régions de Bel Abbes, Saida, Ouarsenis), dans l'Algérois (Medea-Boghar, Monts de Bibans, Monts des Ouled Nail), et dans le Constantinois (Aurès, région de Tebessa surtout).

2 N.d.e. **Introggression**: dispersion naturelle des gènes d'une espèce à l'intérieur d'une autre espèce par suite d'une hybridation interspécifique suivie de croisements en retour successifs avec les parents.

importants en Israël (Zohary, 1962) et en Jordanie (Zohary, 1955).

Pinus halepensis existe enfin en quelques localités de Cyrénaïque littorale.

I.2 - *Pinus brutia* Ten. (carte n° 1)

Il remplace approximativement le précédent à l'Est du sillon de la mer Egée, bien qu'il puisse exceptionnellement se mêler à lui en Turquie et au Liban. Ses forêts s'étendent sur environ 4 millions d'hectares.

Sa répartition est maintenant bien connue, à la suite en particulier des travaux d'Akman, Barbero et Quézel (1978), en Turquie et de la synthèse récente réalisée sur cette espèce par Nahal (1983).

En Grèce continentale, il existe au Mont Athos et sur le littoral de Thrace et constitue des peuplements appréciables dans les îles (Thassos, Samos, Cos, Rhodes et en Crète). En Turquie il représente une des essences les plus largement répandues, et constitue d'immenses peuplements forestiers sur les façades égéenne et méditerranéenne, et également quelques forêts résiduelles sur le revers sud des chaînes pontiques. Il est également largement présent à Chypre (Jones et al., 1968), en Syrie septentrionale et tout spécialement dans le Baer-Bassit ainsi que dans toute la montagne libanaise, et en de rares stations de l'Irak



Photo 1 : Peuplements thermoméditerranéens naturels dans les calanques de Cassis, en position littorale et sur calcaires compacts. Photo P.Q.

septentrional. L'ensemble de ces localités se rapporte au type de l'espèce. Les autres unités taxinomiques se rangeant dans le complexe *Pinus brutia* offrent des répartitions souvent encore mal précisées notamment en raison des problèmes systématiques qu'ils posent. Toutefois, (Nahal, 1983) il est possible de les schématiser comme suit: *Pinus stankewiczii* sur le littoral sud-oriental de Crimée, *Pinus pithyusa* sur le littoral nord oriental de la Mer Noire, et *Pinus eldarica* en quelques localités de l'Azerbaïdjan soviétique et iranien.

Ces étages qui correspondent surtout à des critères thermiques, dont les rapports avec les variantes thermiques définies par Emberger à propos de ses étages bioclimatiques (cf. infra) sont évidents mais actuellement encore difficiles à codifier, varient bien entendu avec la latitude et ne sont pas présents partout sur le pourtour méditerranéen.

Les pins du groupe "*halepensis*" se développent essentiellement aux étages thermo et méso-méditerranéens sur tout le pourtour de la Méditerranée, c'est-à-dire entre 0 et 300-600 m en Méditerranée septentrionale, et 0 et 1200-1400 m en Méditerranée méridionale (Quézel, 1980). Toutefois, *Pinus halepensis* comme *Pinus brutia* pénètrent largement dans le supra-méditerranéen et atteignent localement des altitudes beaucoup plus élevées. C'est ainsi que dans les pays du Maghreb, *Pinus halepensis* s'élève à 2600 m dans le Haut Atlas central et à près de 2000 m dans l'Aurès. Sur le Taurus (Akman, Barbero et Quézel, 1978) *Pinus brutia* est présent aux environs de 2000 m en diverses localités de la façade maritime de ce massif.

II - Caractères écologiques généraux

Nous envisagerons ici successivement les problèmes liés à la zonation altitudinale, aux exigences géomorphologiques et édaphiques et à la valeur bioclimatique.

II.1 - Zonation altitudinale

Les pins du groupe "*halepensis*" comme d'ailleurs les autres essences, ont tendance à occuper certaines ceintures altitudinales correspondant à des étages de végétation, et bien entendu à des ensembles bioclimatiques, qui se retrouvent sur tout le pourtour de la Méditerranée. Cette notion d'étage de végétation a été précisée par Gaussen

(1926), par Schmid (1966), et par de nombreux autres auteurs (Ozenda, 1974, Quézel, 1974). Sans entrer dans le détail rappelons qu'il est possible d'envisager sur le pourtour méditerranéen, les étages altitudinaux suivants :

- étage infra-méditerranéen (sensu Benabid, 1976) ;
- étage thermo-méditerranéen ou méditerranéen inférieur ;
- étage eu-méditerranéen ou méso-méditerranéen ;
- étage supra-méditerranéen ou méditerranéen supérieur ;
- étage montagnard méditerranéen ;
- étage oro-méditerranéen.

II.2 - Signification géomorphologique et édaphique

Le pin d'Alep et le pin brutia peuvent végéter sur des substrats extrêmement variés, il est cependant pos-

sible de mettre en évidence certaines préférences pour chacune de ces espèces.

Le pin d'Alep affectionne essentiellement, sur toute l'étendue de son aire, les substrats marneux et calcaro-marneux (calcaires en plaquettes) où il trouve en particulier des sols profonds, facilement accessibles à son système racinaire. Toutefois, cette essence existe aussi sur les calcaires compacts et surtout sur les calcaires diaclasés à terra rossa, notamment en Provence, mais aussi en de nombreuses localités d'Algérie (Oranie tout spécialement). Il apparaît également sur les substrats non calcaires, mais essentiellement sur les schistes et les micaschistes (Provence cristalline, littoral algérois). Il fait par contre à peu près totalement défaut sur les granites et les gneiss. Il semble donc que le pin d'Alep recherche électivement les substrats meubles ou friables, comme l'indique fort bien Loisel (1976) en Provence, où sa présence sur les calcaires compacts urgoniens en particulier ne peut s'expliquer que par l'existence de nombreuses fissures. Par contre le pin d'Alep tolère très mal les substrats sableux sans doute surtout en raison d'un assèchement trop intense en été des horizons supérieurs. Il fait également défaut sur tous les substrats où existent des nappes aquifères permanentes provoquant l'asphyxie de son système racinaire. Soulignons également que cet arbre ne tolère pas les bas fonds limoneux ou limono-argileux à sol compact. Sur les hauts plateaux Nord-Africains les steppes à Armoise champêtre ou à Armoise blanche (*Artemisia herba alba*) constituent en effet pour lui un milieu fondamentalement hostile, comme l'ont d'ailleurs montré les échecs survenus à ce niveau lors de la mise en place du barrage vert en Algérie.

Le pin brutia présente des exigences bien proches de celles du pin d'Alep. Lui aussi réclame essentiellement des substrats meubles, profonds ou au moins fissurés. Lui aussi sera donc surtout fréquent sur les marnes et les calcaires marneux du moins là où les phénomènes d'érosion ne sont pas trop intenses. Il apparaît par ailleurs sur calcaires fissurés, en particulier sur le revers méridional du Taurus, et aussi sur

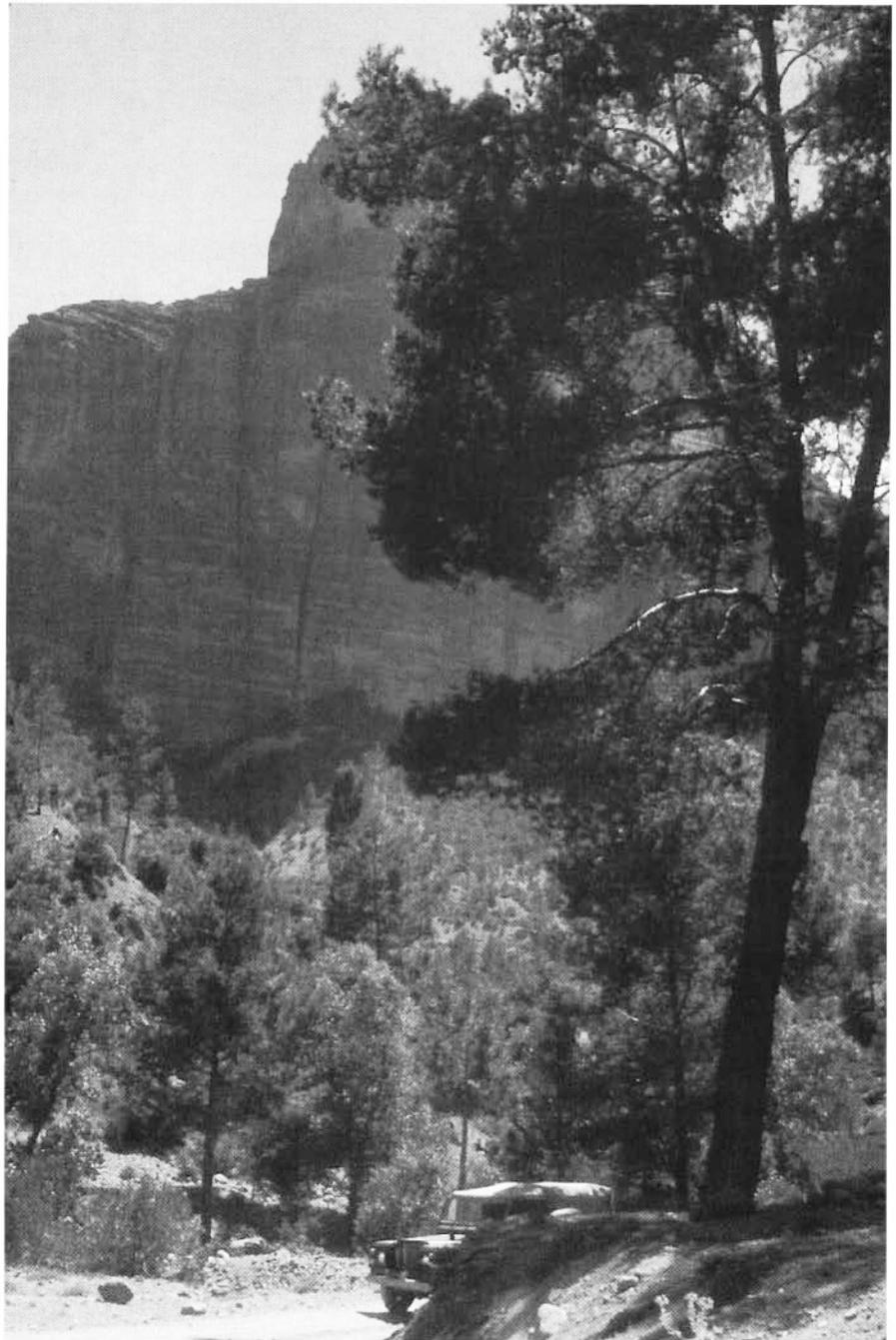


Photo 2 : Au Maroc, dans le Haut Atlas, population de belle venue de *Pinus halepensis* à Tamga dans la vallée de l'Ahansal au mésoméditerranéen subhumide. Photo P.Q.

substrats non calcaires (schistes et micaschistes surtout) en Anatolie égéenne ainsi que dans la région d'Anamur, mais surtout sur roches vertes où il offre un développement et une croissance remarquables aussi bien en Turquie (Akman, Barbero et Quézel, 1978) qu'en Syrie (Nahal, 1979, Barbero, Chalabi, Nahal et Quézel, 1977) ; sur ces dernières il préfère toutefois les gabbros et dolérites plus friables que les péridotites pyroxéniques trop compactes. Comme le pin d'Alep, il tolère mal les sols mal drainés.

II.3 - Signification bioclimatique (Fig. 1)

Il n'est pas toujours très aisé de définir avec précision les exigences bioclimatiques des pins du groupe *halepensis*, même en se cantonnant aux espèces types, de loin les mieux connues de ce point de vue. En effet leur répartition très vaste rend souvent hasardeuses certaines généralisations qui ne tiennent pas compte de la variabilité génétique de ces espèces ; d'autre part les documents météorologiques sont rares, voire absents de

vastes portions de ce territoire, et en particulier des massifs montagneux et l'on est amené à établir des extrapolations parfois discutables ou tout au moins incertaines. Par ailleurs, si les critères thermiques et les précipitations peuvent être chiffrés ou appréciés, l'utilisation effective de l'eau par les conifères reste généralement inconnue sauf dans de rares cas fort ponctuels, dont il serait prématuré de tirer des conclusions à l'échelon de l'espèce (Opeinheimer, 1961).

Comme il serait fastidieux d'analyser ici l'ensemble de ces facteurs, nous avons préféré retenir les données fournies en région méditerranéenne par divers indices bioclimatiques et en particulier celui d'Emberger qui permet d'intéressantes synthèses, en particulier grâce au climatogramme pluviothermique, qui a d'ailleurs été utilisé à ces fins par de très nombreux auteurs (Sauvage, 1961, Le Houërou, 1969, Nahal, 1962, Quézel 1974, 1980, 1986).

Le pin d'Alep étudié par divers auteurs et en particulier par Nahal (1962) à l'échelon circum méditerranéen, figure parmi les essences dont les exigences écologiques sont les plus amples. En effet, il apparaît dans des zones où les précipitations sont comprises entre 200 mm (en Algérie et en Tunisie arides), et au moins 1500 mm. C'est en fait entre 350 et 700 mm qu'il présente son développement optimal. Du point de vue thermique, si l'on retient en particulier le critère "m" sensu Emberger (moyenne des minima du mois le plus froid) qui paraît être pour lui un des facteurs limitants majeurs, il apparaît pour des valeurs moyennes de m comprises entre - 3 et + 10°C. Comme l'a fort bien montré Le Houërou (1969) en Tunisie en particulier, il se rencontre donc en bioclimat semi-aride et sub-humide essentiellement, et fragmentairement dans l'aride en Afrique du Nord et l'humide en Europe. Le climatogramme établi pour le pin d'Alep nous montre donc qu'il est présent à l'aride dans les variantes thermiques froide, fraîche et tempérée, dans le semi-aride dans les variantes froide, fraîche, tempérée et chaude, dans le sub-humide froid, frais, tempéré et chaud, et dans l'humide frais et tempéré.

Ces exigences n'expliquent pas

Conifères du pourtour méditerranéen

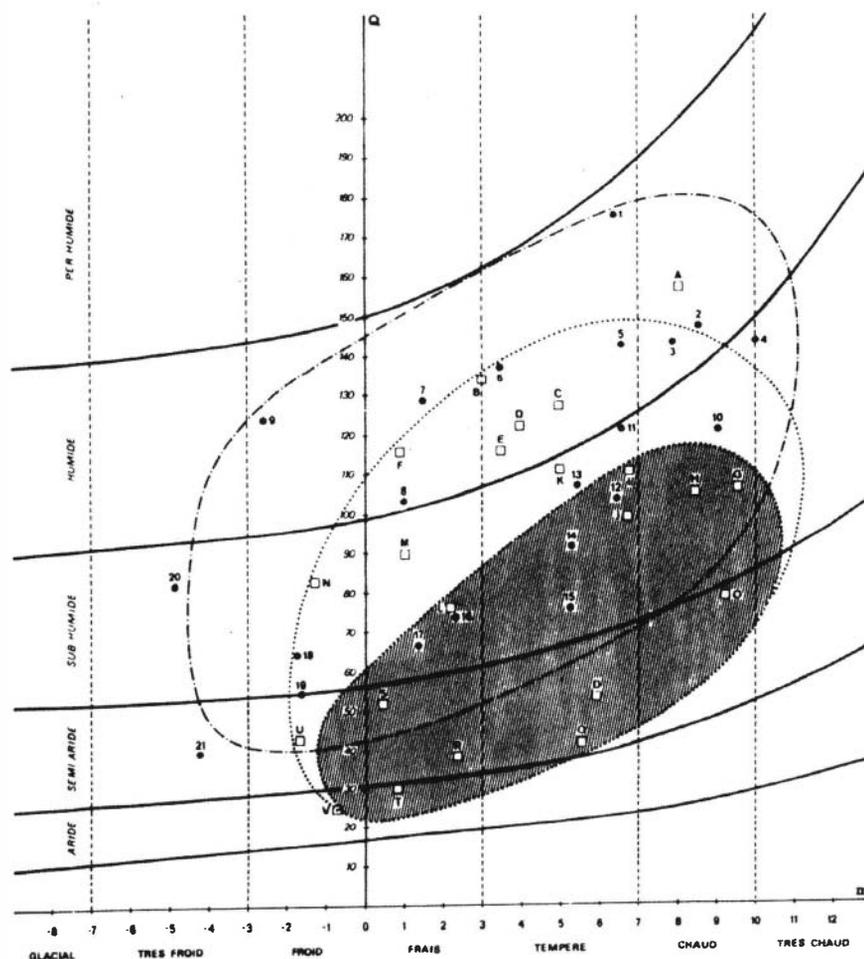


Fig. 1 : Aire de projection de *Pinus halepensis* et de *Pinus brutia* sur le climatogramme d'Emberger :

- *Pinus brutia*
- *Pinus halepensis*

La zone en grisé correspond à l'aire où *Pinus halepensis* est généralement climacique.

Stations météorologiques citées :

- 1 - Manavgat (Tu) ; 2 - Anamur (Tu) ; 3 - Alanya (Tu) ; 4 - Kas (Tu) ; 5 - Antalya (Tu) ; 6 Köycegiz (Tu) ; 7 - Mugla (Tu) ; 8 - Feke (Tu) ; 10 - Iskanderun (Tu) ; 11 - Fethiye (Tu) ; 12 - Kozan (Tu) ; 13 - Kusadasi (Tu) ; 14 - Izmir (Tu) ; 15 - Mersin (Tu) ; 16 - Oedemis (Tu) ; 17 - Ermenek (Tu) ; 18 - Elmali (Tu) ; 19 - Usak (Tu) ; 20 - Sambeyli (Tu) ; 21 - Eskisehir (Tu) .
- A - Monaco (F) ; B - Grasse (F) ; C - Miliana (Dj) ; D - Antibes (F) ; E - Rome (I) ; F - Montelimar (F) ; G - Alger (Dj) ; H - Cherchell (Dj) ; I - Beyrouth (Li) ; J - Patras (Gr) ; K - Toulon (F) ; L - Marseille (F) ; M - Montpellier (F) ; N - Apt (F) ; O - Oran (Dj) ; P - Athènes (Gr) ; Q - Carthage (E) ; R - Tebessa (Dj) ; S - Setif (Dj) ; T - Djelfa (Dj) ; U - Bou Thalb (Dj) ; V - Midelt (Ma).

toutefois la répartition géographique actuelle du pin d'Alep. Son absence quasi totale en Méditerranée orientale où il est à peu près partout remplacé par le pin brutia peut être interprétée comme liée à une adaptation moins efficace de cette espèce aux climats locaux. Il faut remarquer d'ailleurs que là où les deux pins cohabitent, le pin d'Alep reste en situation sub-littorale (Turquie, Syrie, Liban) et toujours dans les zones les plus chaudes (semi-aride et sub-humide chaud essentiellement). De même son absence dans

l'extrême ouest méditerranéen (Portugal, Espagne sud-occidentale, Maroc occidental) ne peut s'expliquer sans doute qu'en raison de la diminution de la continentalité thermique liée à la proximité des nappes d'eau atlantique; il fait en effet défaut dans les zones où K' (coefficient de Daget, cf. Daget, 1977) est approximativement inférieur à 15.

Les exigences bioclimatiques du pin brutia sont moins bien connues que celles du pin d'Alep, bien que Nahal ait consacré de récents articles

à cette question (1977, 1983). Les données phytoécologiques et phytosociologiques accumulées par ailleurs sur ce pin durant les dernières années par notre équipe au Liban, en Syrie et en Turquie, permettent cependant de mieux les comprendre. Sans entrer dans le détail, disons que le pin brutia offre sur le climagramme une extension plus réduite vers le bas où il ne pénètre pas en bioclimat aride, et est rare, voire exceptionnel, dans le semi-aride inférieur, mais présente par contre une extension plus large en bioclimat humide puisqu'il atteint des valeurs de Q (coefficient d'Emberger) voisines de 200, alors que le pin d'Alep ne dépasse guère 150. Du point de vue thermique il est présent pour des valeurs de m comprises entre - 4 (- 5) et 10 au moins, c'est-à-dire qu'il offre une extension dans les variantes froides (et localement très froides) plus accusée que l'espèce précédente. Il est présent en effet en divers points du Taurus où m voisine - 5 (Sambeyli en particulier). La limitation vers l'ouest de cet arbre est bien difficile à expliquer par des critères climatiques et il faut sans doute chercher la raison dans des facteurs historiques et géographiques.

II.4 - Valeur dynamique et syntaxonomique

La signification dynamique des pins du groupe *halepensis* sur le pourtour méditerranéen a été à l'origine de multiples discussions de la part des phytogéographes mais aussi des forestiers. En effet jusqu'à une date récente, ils n'ont voulu voir dans ces essences que des types paraclimaciques, c'est-à-dire dont les peuplements ne constituaient qu'un stade transitoire, souvent obligatoire d'ailleurs, vers la constitution de forêts sempervirentes voire localement caducifoliées.

Cette interprétation est essentiellement liée aux observations effectuées par les phytosociologues de Méditerranée septentrionale, France, Italie, Yougoslavie surtout où le pin d'Alep est effectivement inféodé à des structures sylvatiques, évoluant généralement vers les forêts à chênes sclérophylles. Telle a été en particulier la position de Braun-Blanquet (1936) ou de Molinier (1937) en région méditerranéenne française. L'exploration progressive du pourtour méditerranéen et essentiellement de l'Afrique du Nord et du Proche Orient, a toutefois clairement montré que dans certaines zones, et essentiellement à l'étage thermoméditerranéen, mais aussi à l'euméditerranéen voire localement au supra-méditerranéen, ces essences constituent bien sur certains substrats en particulier, des formations qu'il est raisonnable de considérer comme climaciques. Le dynamisme de ces essences a certainement par ailleurs contribué à élargir leur aire de distribution et l'homme, mais aussi les incendies, ont joué dans le même sens.

Ceci est en particulier vrai pour le pin d'Alep où diverses séries climatiques sont maintenant bien connues



Photo 3 : Sur les Monts de Djelfa en Algérie steppique, *Pinus halepensis* sur des formations basses et sans avenir forestier à *Quercus rotundifolia*, ici encore au mésoméditerranéen mais en bioclimat semi-aride inférieur. Photo P.Q.



Photo 4 : Forêt présteppique à *Pinus halepensis* avec alfa (*Stipa tenacissima*) sur les hauts plateaux tunisiens, en bioclimat semi-aride supérieur. Photo P.Q.

notamment en France (Loisel, 1976) et dans les pays du Maghreb (Kadik, 1983), mais aussi pour le pin brutia notamment sur roches vertes (Nahal, 1983) en Syrie, et sur calcaires marneux sur le revers méridional du Taurus (Akman, Barbero et Quézel, 1978).

Il est bien sûr impossible d'analyser ici en détail les structures de végétation. Nous nous sommes limités à fournir les cadres généraux des unités phytosociologiques. Pour plus de détail, le lecteur pourra se rapporter aux travaux principaux cités en bibliographie.

II.4.1 - Le pin d'Alep

Le pin d'Alep constitue sur le pourtour méditerranéen occidental (et très localement oriental) des forêts dont le rôle climacique ne peut être mis en doute. Ces forêts entrent toutes dans le *Quercetea ilicis* Br.-Bl. (1947) et très généralement dans les *Pistacio-Rhamnalia alaterni*, Rivas-Martinez (1974), qui réunissent les groupements héliophiles appartenant presque exclusivement à l'étage thermo-méditerranéen. C'est ainsi qu'en France méditerranéenne comme l'a bien montré Loisel (1971, 1976) le *Quercus-Pinetum halepensis* constitue un véritable climax en quelques points du littoral à l'est de Marseille. Toutefois, toujours en France, la majeure partie des peuplements de pin d'Alep représente bien des groupements transitoires ou paraclimaciques, surtout à l'étage méso-méditerranéen, s'installant sur des matorrals appartenant aux *Ononido-Rosmarinetea* (calcicoles) surtout ou aux *Cisto-Lavanduletea* (calcifuges) dont l'évolution normale conduit à des forêts climaciques à *Quercus ilex* (*Quercetum ilicis galloprovinciale* Br.-Bl., 1936 surtout) voire à *Quercus pubescens* (*Lathyro-Quercetum pubescentis*, Loisel, 1976).

En Espagne, la situation est identique au moins en Catalogne. Plus au sud par contre le statut phytosociologique et dynamique des forêts de pin d'Alep est moins clair mais les auteurs espagnols le considèrent essentiellement comme une essence paraclimacique. En Afrique du Nord où cet arbre présente son développement maximum, mais où les études phyto-

sociologiques sont encore fragmentaires, il apparaît toutefois que la majorité de ses peuplements marocains sont de nature paraclimacique (Achhal et al., 1980, Barbero, Quézel et Rivas-Martinez, 1981) contrairement à ce qui se passe pour la plupart des formations à *Tetraclinis articulata*. Par contre, en Algérie (Kadik, 1983) et en Tunisie centro-méridionale (Long, 1954, Le Houërou, 1969) il constitue de véritables formations climaciques.

C'est le cas en particulier à l'étage thermo-méditerranéen sur substrats marneux ou calcaro-marneux essentiellement dans la majeure partie du semi-aride, voire de l'aride. Sur le plan floristique ces forêts appartiennent généralement encore aux *Pistacio-Rhamnalia alaterni* et individualisent de nombreuses associations encore incomplètement connues.

Comme en Méditerranée septentrionale, cet arbre s'est toutefois largement introduit dans les forêts potentielles au moins à chêne vert surtout sur calcaire, ou à chêne liège sur substrats non calcaires, aux étages méso, voire thermo-méditerranéens (pour les secondes). Mais le problème le plus délicat à résoudre reste celui de ses rapports avec les formations à Thuya de Barbarie, auquel il est souvent associé (cf. en particulier Baumgartner, 1966 dans l'algérois). Ce sera ici très certainement l'analyse

précise des critères de continentalité qui permettra de résoudre cet irritant problème.

En Cyrénaïque, le pin d'Alep associé souvent au Cyprès, constituent les seuls groupements sylvatiques ou sub-sylvatiques du moins localement climaciques.

Remarquons que dans les pays d'Afrique du Nord, les forêts de pin d'Alep sont le plus souvent installées sur des paysages de matorral, voire de steppe, l'ambiance sylvatique avec un cortège significatif d'espèces sciaphiles³ ne se réalisant éventuellement qu'en bioclimat sub-humide, mais pratiquement jamais en semi-aride et à plus forte raison en aride.

En Italie et sur le littoral dalmate les formations à pin d'Alep ne représentent guère que des paraclimax (Tomaselli, 1973 et Horvat, 1950).

En Grèce par contre, si c'est aussi souvent le cas, les peuplements thermo-méditerranéens sur mame en Grèce méridionale (Barbero et Quézel, 1976) ou sur sols profonds en Eubée (Krause-Ludvig et Seidel, 1963) doivent être considérés comme climaciques.

Au Proche-Orient, il est inféodé au pin brutia dans les quelques localités où il apparaît en Turquie, Syrie et

3 N.d.e. **Sciaphile**: qui vit principalement à l'ombre.



Photo 5 : Les reboisements de pin d'Alep au niveau du barrage vert algérien dans la région de Djelfa en 1975. Photo P.Q.

Liban, sauf à Cirestane (Chaîne des Alaouïtes). Par contre en Israël et en Jordanie, sur marnes (Zohary, 1962, Feinbrun et Zohary, 1955) il paraît bien constituer des formations climax, leur évolution vers la forêt à *Quercus calliprinos* n'étant pas évidente.

II.4.2 - Le pin brutia

A la suite de travaux récents poursuivis en particulier par notre équipe, la valeur dynamique et phytosociologique du pin brutia est paradoxalement mieux connue à l'heure actuelle que celle du pin d'Alep. Son étude est d'ailleurs fort intéressante et cet arbre, en fonction de sa plasticité écologique montre des significations fort diverses. En schématisant les choses (Abi-Saleh, Barbero, Nahal et Quézel, 1976, Barbero, Chalabi, Nahal et Quézel, 1976, Akman, Barbero et Quézel, 1978, Barbero et Quézel, 1979, Barbero et Quézel 1980), il est possible de dégager les conclusions suivantes : sur le littoral méditerranéen et égéen méridional du Proche-Orient il forme de très vastes peuplements appartenant aux *Quercetea ilicis* aux étages thermo et méso-méditerranéens. Ceux-ci sont certainement climaciques sur marnes et calcaires marneux sur toute son aire de répartition et s'incluent en gros à l'est d'Antalya au *Gonocytiso-Pinion* (Barbero, Chalabi, Nahal et Quézel, 1977) et peuvent localement laisser apparaître *Pinus halepensis* et surtout *Cupressus sempervirens*. A l'est d'Antalya et ailleurs sur calcaires, ils s'inscrivent au contraire dans le *Ceratonio-Rhamnion* (Barbero et Quézel, 1979) à l'étage thermo-méditerranéen où ils constituent, au moins partiellement, des groupements climaciques en particulier sur les calcaires en plaquettes du littoral et dans le *Quercion calliprini* au méso-méditerranéen, où ils paraissent le plus souvent paraclimaciques. Sur les roches vertes largement répandues sur les marges du golfe d'Iskanderun, les magnifiques peuplements de pin brutia sont également climaciques et s'inscrivent alors dans l'alliance *Ptosimoppapo-Quercion* (Barbero, Chalabi, Nahal et Quézel, 1977). Ils sont encore climaciques sur ce même substrat en Anatolie sud-occidentale, mais appartiennent alors au *Quercion calliprini*.



Photo 6 : Peuplements thermoméditerranéens de *Pinus brutia* en Turquie littorale dans la région d'Antalya. Photo P.Q.

Ces forêts individualisent de nombreuses associations souvent remarquables sur le plan floristique dont certaines sont sylvatiques, mais dont la plupart représentent des matorrals denses, riches en espèces des *Cistomicromerietea* (Oberdorfer, 1954). Il convient alors encore de souligner le développement exceptionnel de ce pin notamment en Anatolie méridionale, et sa prédominance absolue sur tous les substrats en bien des régions. Ce phénomène associé à la faible représentation, voire à l'absence de chênes sclérophylles, amène bien souvent et même sur calcaires à envisager le caractère climacique de ces forêts. Il en est de même d'ailleurs pour les pinaies sur schistes de la région de Mugla.

En Anatolie nord occidentale, en gros au nord d'Izmir, et jusque sur les rives de la mer de Marmara, le pin brutia est également abondant sur schistes et sur calcaires, essentiellement à l'étage méso-méditerranéen. Ces forêts représentent alors le plus souvent des stades paraclimaciques des forêts sclérophylles et surtout caducifoliées. Par leur cortège elles s'incluent dans l'alliance *Quercion ilicis*.

Toujours au méso-méditerranéen, un cas spécial est représenté par certains peuplements s'intégrant dans le bioclimat semi-aride supérieur. C'est le cas pour les forêts d'Anatolie septentrionale apparaissant en particu-

lier dans les vallées internes situées sur le revers méridional des chaînes pontiques depuis le Sakarya jusqu'au Yesilirmak (Quézel, Barbero et Akman, 1980). Localisées sur marnes, elles constituent des groupements climaciques, quoique de médiocre venue, s'intégrant dans les variantes tempérées et surtout froides de cet étage. Certaines forêts du revers oriental des chaînes côtières de Syrie répondent sans doute également à ces critères.

Un problème très particulier relatif au pin brutia est sa présence en Turquie surtout, mais aussi au Liban, à des altitudes élevées, ce qui, compte tenu du cortège floristique, le situe à l'étage supra-méditerranéen. C'est essentiellement le cas sur le revers méditerranéen du Taurus, où le pin brutia atteint généralement 1200, voire 1500 m. Ces forêts qui figurent parmi les plus belles de Turquie apparaissent sur des substrats très variés, marnes calcaires, schistes, roches vertes, et offrent généralement un très riche cortège floristique qui permet de les inclure dans les *Quercetea pubescentis* et plus spécialement dans les *Quercu-Cedretalia libani* (Barbero, Loisel et Quézel, 1974). Il est dans ces conditions, bien difficile de ne pas considérer ces forêts, liées aux bioclimats sub-humide et humide froids, comme des groupements climaciques, dont le développement est conditionné par l'absence totale ou extrêmement

fragmentaire en bien des régions, des forêts caducifoliées ou même des forêts sclérophylles de type supra-méditerranéen. Il est toutefois possible que leur extension actuelle soit liée, en partie au moins, à d'anciennes techniques d'exploitations humaines (sylviculture préférentielle des conifères par l'administration forestière, abandon aux populations locales des essences caducifoliées et pâturage intensif en forêt en particulier) (Quézel et Barbero, 1990), qui ne sauraient cependant expliquer à elles seules l'étendue et le dynamisme de ces pineraies.

Le pin brutia joue enfin un rôle important dans les îles est-méditerranéennes et en particulier en Crète

(Barbero et Quézel, 1980) et à Chypre (Barbero et Quézel, 1979).

En Crète, où comme dans les grandes îles de l'est de l'Egée, *Pinus brutia* est assez souvent associé à *Cupressus sempervirens*, il est présent au thermo-méditerranéen surtout sur les substrats gypso-marneux du sud-est de l'île en bioclimat de type aride chaud où il détermine des peuplements mixtes avec *Juniperus lycia*. Au méso-méditerranéen et sur le revers méridional des grands massifs montagneux il est également présent surtout entre 300 et 1000 m sur des calcaires compacts ou sur terra rossa en bioclimat semi-aride ou sub-humide frais.

A Chypre, *Pinus brutia* est très

largement présent, surtout sur les massifs montagneux. Au méso-méditerranéen il occupe les substrats marmo-calcaires en général associé à *Quercus calliprinos* et à *Cupressus sempervirens* mais aussi les roches ultrabasiques du Trondos en peuplements mixtes avec *Quercus alnifolia* et très localement *Cedrus brevifolia* ; ces formations s'intègrent à une alliance endémique chypriote le *Quercion alnifoliae*. Au thermo-méditerranéen, il participe également sur sables et sur calcaires en plaquettes dans la région de Limassol et en bordure de mer à des peuplements mixtes à *Pinus brutia*, *Cupressus sempervirens*, *Juniperus lycia* et *Ephedra campyloclada*.

III - Dynamique récente des peuplements de pin d'Alep en France méditerranéenne

Nous avons évoqué dans le chapitre précédent quelle était la signification dynamique du pin d'Alep dans les séries de végétation auxquelles il participe. En fait, et comme nous l'avons alors indiqué, cette signification reste très théorique et essentiellement conditionnée par l'impact anthropique que subissent ses peuplements. Le pin d'Alep représente l'exemple le plus typique de ce que nous avons défini sur le plan dynamique (Barbero et Quézel, 1989)

comme le modèle expansionniste caractérisé en particulier par sa forte reproduction, la précocité de sa fructification et sa production élevée de biomasse. Ce pin qui trouve de toute évidence des conditions particulièrement favorables à son explosion en région méditerranéenne française (Barbero et Quézel, 1990) en raison de la déprise rurale et de la sous-utilisation du milieu, peut se comporter de façon fort différente dans d'autres parties de la région

méditerranéenne pour des raisons diverses. C'est en particulier ce qui se passe dans les pays du revers méridional du bassin (Barbero, Bonin, Loisel et Quézel, 1990). Il convient donc de garder présente à l'esprit cette situation, le cas de la France méditerranéenne qui est évoqué maintenant, ne représentant en effet qu'une possibilité dans la dynamique des peuplements de pin d'Alep (fig.2).

Sur l'ensemble de la Provence et du Languedoc, le pin d'Alep occupe aujourd'hui 213.000 ha environ et ce malgré l'importance des incendies non envisagés ici, qui, presque chaque année, affectent plusieurs milliers d'hectares de pinèdes (Barbero, Bonin, Loisel, Quézel, Miglioretti, 1987). C'est dire que le pin d'Alep est vraiment l'exemple-type des conifères expansionnistes, puisqu'on le rencontre aussi bien dans les milieux de garrigues et de parcours que sur d'anciennes terres cultivées et enfrichées, puis recolonisées par lui.

Au siècle dernier, en 1878, le pin d'Alep n'occupait que 36.000 ha, dont 400 ha en Languedoc (Accherar, 1981), où il n'était pas comme aujourd'hui un élément déterminant du paysage de certains départements comme l'Hérault. En Provence, il comptait 36.000 ha, avec une répartition en boisements importants dans les



Photo 7 : Recolonisation des anciennes cultures par le pin d'Alep en Provence littorale, aux environs de Toulon. Photo P.Q.

départements de Vaucluse, des Bouches-du-Rhône, du Var et des Alpes-Maritimes. Dans les Alpes-de-Haute-Provence, quoique présent en individus isolés, le pin d'Alep n'occupait pas de surfaces assez significatives pour être recensé dans la statistique forestière. Le développement des pinèdes a été spectaculaire en Provence entre 1878 et 1908 (augmentation de 88.951 ha). Cela est dû en partie aux enrésinements naturels et à des reboisements, qui ont concerné pour l'essentiel les Bouches-du-Rhône et à un moindre degré le Var et le Vaucluse. Dans les Bouches-du-Rhône, l'exode rural a été très sensible avec l'industrialisation de la région marseillaise ; les pinèdes sont passées de 13.500 ha environ à 62.730 ha (augmentation de 42.230 ha), soit un quadruplement des surfaces, alors que dans les autres départements celles-ci n'étaient multipliées que par un facteur de 2,5. Le Languedoc, plus traditionnellement rural, n'a été affecté que plus tard par le développement des surfaces occupées par le pin d'Alep (800 ha en 1908 ; 18.962 ha en 1984). Malgré une colonisation récente et rapide, les surfaces occupées sont dix fois moins importantes qu'en Provence.

- Entre 1908 et 1976, la progression de *Pinus halepensis*, tout en étant encore forte (augmentation de 36.502 ha), est variable selon les départements. Cette essence fait son apparition en boisements significatifs dans les Alpes-de-Haute-Provence, avec 7.564 ha, et dans les Alpes-Maritimes et le Vaucluse, mais les augmentations sont relativement modérées, compte tenu de la limitation à l'expansion du pin due aux conditions écologiques. Cependant, une régression significative se produit, même dans les Bouches-du-Rhône, en raison des incendies qui ont détruit une part importante des pinèdes. Dans le Var, l'exode rural, plus récent que dans les Bouches-du-Rhône, entraîne plus que le doublement des surfaces colonisées par le pin d'Alep (29.657 ha en 1904, 64.565 ha en 1976, 90.691 ha en 1986). Les études cadastrales engagées sur différentes communes — Rocbaron (Cos de Saint Barthélémy, 1979), Vidauban (Giraud et Persici, 1980), La Seyne-Six Fours-Ollioules (Safi, 1978) — montrent que l'exten-

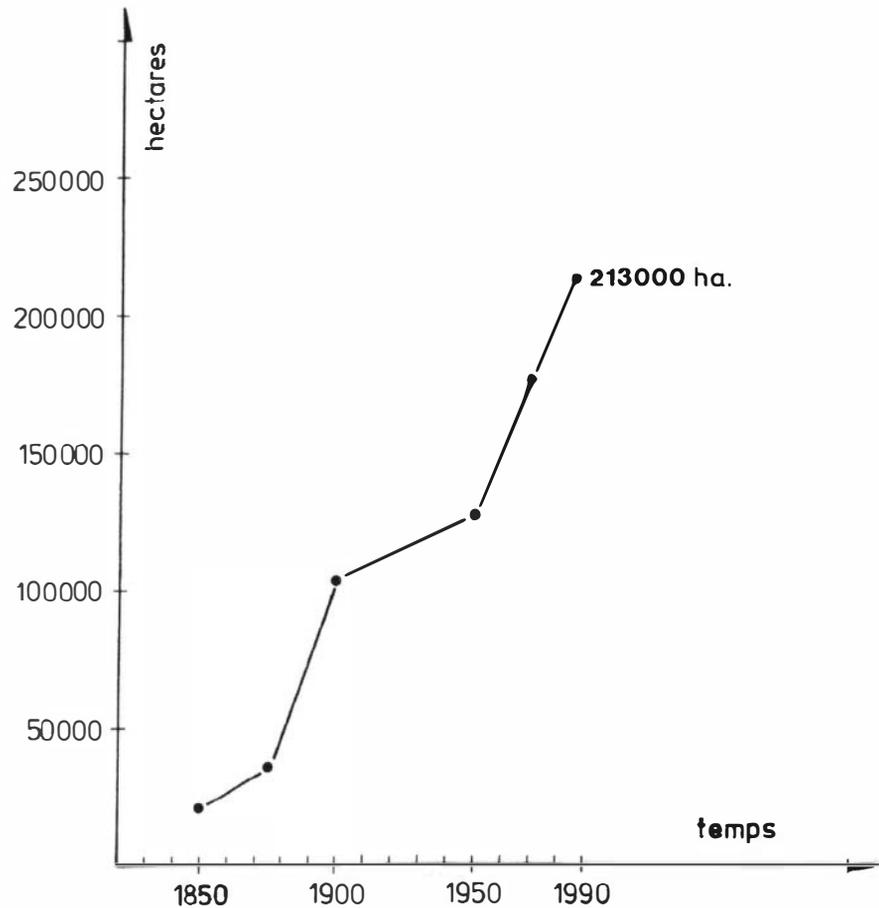


Fig. 2 : Surfaces occupées par le pin d'Alep en France méditerranéenne : évolution depuis 1850.

sion du pin d'Alep est liée à deux causes principales :

- la destruction d'une partie des forêts sclérophylles ou des chênaies pubescentes par incendies répétés, puis recolonisation par le pin d'Alep ;

- la colonisation de taillis sclérophylles de faibles recouvrements, ayant servi de parcours, par le pin d'Alep. L'importance des deux facteurs apparaît clairement lorsqu'on compare les données de la statistique Daubrée à celles de l'I.F.N. (fig. 3 et 4) : on voit les chênes sclérophylles régresser entre 1904 et 1976 (diminution de 42.672 ha sur la région) avec la plus forte diminution durant cette période dans le département du Var (19.577 ha) qui, selon Amouric (1985), est de loin celui où les incendies sont les plus fréquents.

Il faut noter, par ailleurs, que la plupart des pinèdes issues de zones incendiées sont caractérisées, dans leur composition floristique, par diverses espèces très inflammables et très combustibles, et constituent des zones à très haut risque vis-à-vis des mises à feu estivales.

Conclusions

Sans chercher à évoquer ici l'ensemble des problèmes envisagés, il paraît cependant utile de souligner encore quelques particularités qu'offrent les pins du groupe "*halepensis*".

C'est tout d'abord leur importance en superficie, en particulier dans la portion méridionale du bassin méditerranéen, notamment au Maghreb et en Anatolie, où ils représentent près de la moitié des peuplements franchement forestiers ; ces pourcentages sont certainement plus élevés encore sur le Taurus centro-occidental. En Méditerranée septentrionale, s'ils sont relativement moins abondants, leur place reste considérable en particulier en Provence, en Espagne orientale et en Grèce méridionale.

Du point de vue écologique général ces pins, offrent également en région méditerranéenne une plasticité des plus remarquable puisqu'ils ont réussi à coloniser tous les substrats et sont également présents dans la majo-

Départements	Alp. Hte Prov.		Hautes-Alpes		Alpes-Maritimes		B.d.Rh.		Var		Vaucluse		Total région P.A.C.A.	
Années	1904-07	1976	1904-07	1973	1904-07	1977	1904-07	1977	1904-08	1976	1904-08	1976	1904-07	1973-1978
Superficie départ.	695.620		567.662		373.800	429.800	524.795		599.300		357.800			
Superficie boisée	183.481	283.123	147.801	139.092	106.151	155.391	85.721	72.076	298.802	261.591	98.622	105.667		
Chênes caducifoliés	56.172	87.149	16.415	15.587	10.724	23.310	8.570	4.680	33.892	62.878	41.209	37.014	166.982	230.618 + 63.636
Chêne vert	7.565	8.953			5.362	3.646	17.140	10.713	59.564	39.987	36.086	19.810	125.681	83.009 - 42.672
Chêne liège					5.362	602			32.368	33.030			37.730	33.632 - 3.098
Hêtre	18.347	22.983	18.434	13.739	1.450	1.399			550	730	2.269	2.447	41.050	41.298 + 148
Châtaignier	500	500			1.600	1.637			3.800	3.291	200	169	6.100	5.597 + 503
Ostrya					3.500	4.242							3.500	4.242 + 742
Autres feuillus	1.500	10.357	3.614	6.056	4.074	2.064	6.228	1.778	7.767	2.139	2.381	3.408	25.544	25.802 + 258
Total feuillus	84.084	129.542	40.905	35.582	32.082	36.900	31.338	17.171	137.941	142.055	82.125	62.848	406.487	424.218 + 17.731
Sapin	2.700	2.636	7.909	7.324	5.245	7.136			250	329		79	16.104	17.504 + 1400
Épicéa	5.200	4.031	700	803	5.245	3.923							11.145	8.757 - 2.388
Mélèze	24.995	19.096	42.625	33.283	15.635	19.900							85.225	72.279 - 12.946
Pin sylvestre	27.521	93.693	18.374	44.092	26.537	64.530		134		19.311		7.637	72.432	229.397 + 156.965
Pin maritime		196			15.969	10.003		43	58.853	30.845		1.922	72.822	43.009 - 29.813
Pin d'Alep		7.564			8.885	10.125	62.730	53.832	29.857	64.565	23.279	24.957	124.551	161.043 + 36.492
Pin à crochets	3.200	3.872	7.500	10.139		242					550	1.395	11.250	15.658 + 4.408
Divers résineux dont reboisements et forêts de protection	34.211		29.252						11.867		4.830		80.160	
Pin noir		21.692		6.783		2.285		58		156		4.422		35.386
Autres conifères		401		1.286		347		838		4.330		2.407		9.609
Total résineux	98.427	153.181	105.960	103.710	77.616	118.491	62.730	54.905	98.627	119.536	23.279	42.819	473.679	592.632 + 119.373

Fig. 3 : Statistique Daubrée complétée par les archives O.N.F. (1904 - 1907) (y compris les forêts de protection) 1973 - 1978 Inventaire forestier national (non compris les forêts de protection).

Département	Alpes-Hte-Prov.		Hautes-Alpes		Alpes-Maritimes		B. d. Rh.		Var		Vaucluse	
Cycle	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°
Essences / Année	1976	1985	1973	1984	1977	1986	1978	1988	1976	1986	1976	1987
Chênes caducifoliés	87149	72675	15587	14084	23310	22506	4680		62878	69535	37014	
Chêne vert	8953	8846			3646	5211	10713		39987	47111	19810	
Chêne-liège					602	1729			33030	44258		
Hêtre	22983	24986	13739	12801	1399	1541			730	537	2447	
Châtaignier	500	1113			1637	1770			3291	2403	169	
Ostrya					4242	4490						
Autres feuillus	10357	8111	6056	4409	2064	4580	1778		2139	2896	3408	
Total feuillus	129942	115641	35382	31294	36900	41827	17171	0	142055	166740	62848	
Sapin pectiné	2636	3011	7324	7364	7136				329	399	79	
Épicéa commun	4031	2908	803	717	3923	8495						
Mélèze	19096	22702	33283	35746	19900	3985						
Pin sylvestre	93693	102271	44092	55447	64530	18923	134		19311	24344	7637	
Pin noir	21692	21558	6783	9056	2265	59068	58		156	205	4422	
Pin maritime	196	599			10003	2073	43		30845	26546	1922	
Pin d'Alep	7564	11253			10125	9876	53382		64565	90691	24957	
Pin à crochets	3872	2683	10139	9628	242	10809					1395	
Autres pins		916	1286	1902	184	312	763		4002	5117	290	
Autres conifères	401	962		221	163		75		328	538	2117	
Total conifères	153181	168863	103710	120081	118491	113541	54905		119536	147840	42819	
Total ventilé	283123	284504	139092	151375	155391	155368	72076	0	261591	314580	105667	

Fig. 4 : Evolution des surfaces boisées (en ha), par essences, de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, entre deux cycles de l'Inventaire forestier national (I.F.N.).

rité des variantes bioclimatiques méditerranéennes. Il n'est pas sans intérêt de rappeler ici que ce sont à peu près partout ces conifères qui occupent les zones les plus hostiles : marges sahariennes au Maghreb pour *Pinus halepensis*, marges des steppes nord-africaines, anatoliennes et syriennes pour l'une ou l'autre espèce.

Cette plasticité écologique s'accompagne dans la grande majorité des cas d'un dynamisme considérable et d'une potentialité certaine, à étendre leurs peuplements, du moins dans des conditions normales d'exploitation par l'homme et ses troupeaux.

Toutes ces considérations, mais aussi l'analyse des structures phytosociologiques individualisées

dans ces forêts, amènent indiscutablement à confirmer le rôle climacique que ces pins peuvent jouer du point de vue de l'évolution des structures de végétation, en de très nombreuses parties du monde méditerranéen et surtout en Méditerranée méridionale.

Soulignons enfin, qu'ils représentent des essences particulièrement bien adaptées aux conditions climatiques méditerranéennes et en particulier au stress hydrique estival.

Du point de vue dynamique, les pins du groupe "*halepensis*" constituent des exemples hautement évocateurs du modèle expansionniste, et le pin d'Alep a pu par exemple, en raison de l'intense déprise rurale qui sévit en région méditerranéenne fran-

çaise, y voir passer la surface de ses peuplements de 36.000 à 213.000 hectares en un siècle.

Pour toutes ces raisons, on comprend aisément leur importance dans les programmes de reforestation conduits sur le pourtour méditerranéen et en particulier dans les pays du revers méridional. Toutefois, leur utilisation doit prendre en compte leurs caractères écologiques, écophysiologiques et génétiques, et bien des échecs, voire des semi-échecs sont liés soit à une mauvaise connaissance des potentialités écologiques de ces pins, soit le plus souvent à un mauvais choix des provenances.

P.Q., M.B.

Bibliographie

ABI-SALEH B., BARBERO M., NAHAL I. et QUEZEL P., 1976 - Les séries forestières de végétation au Liban, essai d'interprétation schématique. Bull. Soc. Bot. Fr., 123 : 541-560.

ACCHERAR M., 1981 - La colonisation des friches par le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) dans les basses garrigues du Montpellierais. Thèse Doct. 3ème cycle, U.S.T.L. Montpellier : 1-210.

ACHHAL et all., 1980 - A propos de la valeur bioclimatique et dynamique de quelques essences forestières au Maroc. Ecol. Medit., 5 : 211-249, Marseille.

AKMAN Y., BARBERO M. et QUEZEL P., 1978 - Contribution à l'étude de la végétation forestière d'Anatolie méditerranéenne. Phytocoenologia 5 (1) : 1-79.

AMORIC M., 1985 - Les incendies de forêt autrefois. DATAR (M.I.P.A.E.N.M.) : 1-251.

BARBERO M., LOISEL R. et QUEZEL P., 1974 - Problèmes posés par l'interprétation phytosociologique des *Quercetea ilicis* et des *Quercetea pubescentis*. Coll. Int. C.N.R.S. "La flore du Bassin Méditerranéen", 235 : 481-497.

BARBERO M. et QUEZEL P., 1976 - Les groupements forestiers de Grèce centroméridionale. Ecol. Medit., 2 : 1-86, Marseille.

BARBERO M., CHALABI N., NAHAL I. et QUEZEL P., 1976 - Les formations à Conifères méditerranéens en Syrie littorale. Ecol. Medit., 2 : 87-99, Marseille.

BARBERO M. et QUEZEL P., 1979 - Contribution à l'étude des groupements forestiers de Chypre. Doc. Phytosociologiques N.S., VI : 9-34.

BARBERO M. et QUEZEL P., 1980

- La végétation forestière de Crète. Ecol. Medit., 5 : 175-210, Marseille.

BARBERO M., QUEZEL P. et RIVAS-MARTINEZ S., 1981 - Contribution à l'étude des groupements forestiers et préforestiers du Maroc. Phytocoenologia, 9, 3 : 311-412.

BARBERO M., BONIN G., LOISEL R., MIGLIORETTI F. et QUEZEL P., 1987 - Incidences des incendies sur les structures et architectures des écosystèmes méditerranéens. Coll. FERN, Giens, 27-28-29-03-87.

BARBERO M., BONIN G., LOISEL R., MIGLIORETTI F. et QUEZEL P., 1987 - Impact of forest fires on structures and architectures of mediterranean ecosystems. Ecol. Medit., XIII : 26-39.

BARBERO M. et QUEZEL P., 1989 - Structures, architectures forestières à sclérophylles et prévention des incendies. Bulletin d'Ecologie, 20, 1.

BARBERO M., LOISEL R. et QUEZEL P., 1989 - Perturbations et incendies en région méditerranéenne. Inst. Estud. Pyrenaicos Jaca, XII : 409-419.

BARBERO M., QUEZEL P. et LOISEL R., 1990 - Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. Forêt Méditerranéenne, XII, 3 : 194-216, Marseille.

BARBERO M., BONIN G., LOISEL R. et QUEZEL P., 1990 - Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of the mediterranean basins. Vegetatio, 87 : 151-173.

BAUMGARNER N., 1965 - Etude phytosociologique des massifs forestiers du Sahel de Tipasa. Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord, 56 : 98-164.

BENABID A., 1976 - La végétation du Jebel Amsittène. Thèse 3ème cycle, Marseille, Saint-Jérôme.

BRAUN-BLANQUET, J., 1936 - La Lande à Romarin et Bruyère (Rosmarino-Ericion) en Languedoc. Comm. S.I.G.M.A. n° 48, Montpellier.

COS DE SAINT-BARTHELEMY M., 1979 - Evolution cadastrale de la végétation sur la commune de Rocbaron (83). Rapport D.E.A. Ecologie Méditerranéenne, Univ. Aix-Marseille III : 1-52.

COSSA J.-L., 1980 - Etude d'un milieu anciennement cultivé en commune de Roure, Alpes-Maritimes-. Rapport D.E.A. Ecologie Méditerranéenne, Univ. Aix-Marseille III : 1-39.

DAGET Ph., 1977 - Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, modes de caractérisation. Vegetatio, 34, 1 : 1-20.

DAGET Ph., 1977 - Le bioclimat méditerranéen : analyse des formes climatiques par le système d'Emberger. Vegetatio, 34, 2 : 87-109.

EMBERGER, L., 1939 - Aperçu général sur la végétation du Maroc, commentaire de la carte phytogéographique du Maroc au 1/1.500.000. Veröff Geobot. Rubel Inst. Zurich, 14 : 40-157.

FEINBRUN N., 1959 - Spontaneous Pineta in the Lebanon. Bull. Research Council of Israel, 70 : 3-4.

FENNANE M., 1987 - Etude phytoécologique des tétraclinaires marocaines. Thèse Doct. ès Sc., Fac. St-Jérôme, Marseille, 147 p.

GAUSSEN H., 1926 - Végétation de la moitié orientale des Pyrénées. Lechevalier ed. Paris, 526 p.

GAUSSEN H., 1960 - Les gymnospermes actuelles et fossiles, IV : 1-272.

GIRAUD A. et PERSICI L., 1980 -

Approche phytoécologique et phytohistorique d'une commune du Bassin de l'Argens : Vidauban. Rapport D.E.A. Ecologie Méditerranéenne, Univ. Aix-Marseille III : 1-75.

HORVAT I., 1950 - Les associations forestières en Yougoslavie. Zagreb Inst. rasumarka istrazivanja : 1-73.

KADIK B., 1983 - Contribution à l'étude du pin d'Alep en Algérie : Ecologie, dendrométrie, morphologie. Thèse Doct. Etat, Aix-Marseille III, 313 p.

KRAUSE W., LUDWIG M., SEIDEL F., 1963 - Zur Kenntnis der flora und vegetation auf Serpentinistondorten der Balkans 6 Vegetationsstudien in der Umgebung von Mantoudi (Euböa). Bot. Jb. 82 : 337-403.

LE HOUEROU N., 1969 - La végétation de la Tunisie steppique. Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunisie, 42,5.

LE HOUEROU N., 1980 - L'impact de l'homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne. Forêt méditerranéenne, II, 1 : 31-34.

LEVY L., 1983 - Etude des rapports, passés et présents, entre communauté humaine et communautés végétales sur un site du haut-pays Niçois : la commune de Beuil (Alpes-Maritimes). Thèse 3ème cycle, Univ. Paul Sabatier, Toulouse : 1-105 + annexes.

LOISEL R., 1971 - Séries de végétation propres en Provence aux massifs des Maures et de l'Estérel. Bull. Soc. Bot. France, 118 : 203-236.

LOISEL R., 1976 - La végétation de l'étage méditerranéen français. Thèse Doct. Sc., Marseille, 384 p.

LONG G., 1954 - Contribution à l'étude de la végétation de la Tunisie centrale. Ann. Serv. Bot. Agron. Tunisie, 42, 388 p.

MOLINIER R., 1937 - Carte des associations végétales des massifs de Carpiagne et Marseilleveyre. Comm. S.I.G.M.A. 58, Le Chêne, 44.

NAHAL I. 1962 - Le pin d'Alep. Ann. Sc. Eaux et forêts, Nancy, XIX, 4.

NAHAL I. 1977 - Le pin brutia (*Pinus brutia* Ten. ssp. *brutia*) et les facteurs climatiques. Research Journ. of Aleppo Univ. 2 : 19-60.

NAHAL I. 1983 - Le pin brutia. Forêt Méditerranéenne V, 2 : 165-172.

NAHAL I., 1986 - Taxonomie et aire de répartition des pins du groupe *halepensis*. Options Méditerranéennes, CIHEAM, 1 : 1-10.

OBERDORFER E., 1954 - Nordgaische Kraut- und Zwergstrauchfluren im Vergleich mit den entsprechenden vegetationseinheiten des westlichen Mittelmeergebietes. Vegetatio, 5-6 : 88-96.

OZENDA P., 1974 - Sur la définition d'un étage de végétation supraméditerranéenne en Grèce. Veröff. Geobot. Inst. Zürich, Rübel.

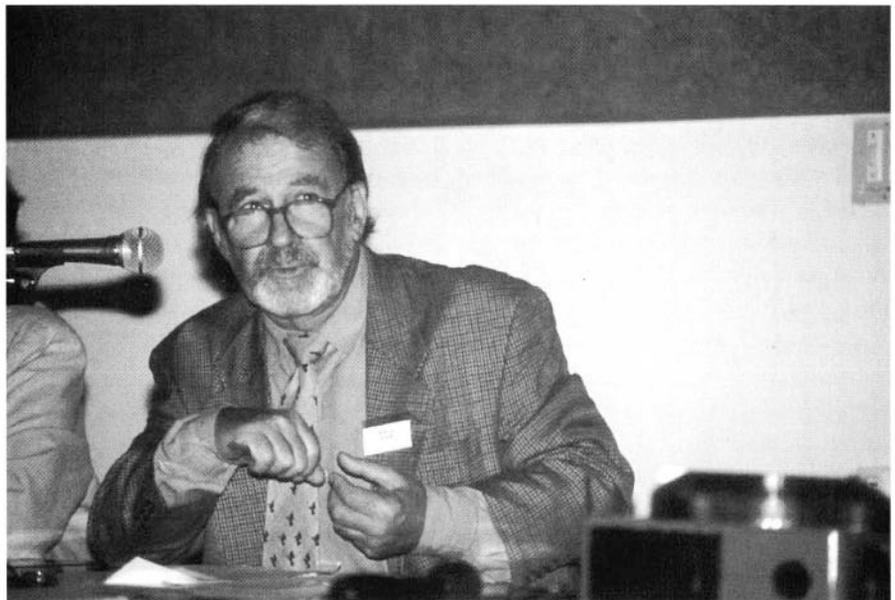


Photo 8 : Le professeur Pierre Quézel lors des Journées sur le pin d'Alep.

Photo R. Lengereau

néenne en Grèce. Veröff. Geobot. Inst. Zürich, Rübel.

PANETSOS K., 1981 - Monograph of *Pinus halepensis* and *Pinus brutia*. Ann. Forest., 9/2 : 39-77.

PERSICIL., 1985 - Approche phytohistorique et cadastrale de la commune d'Entraunes. Compte-Rendu Mélézeins et formations pâturées. Doc. Int.

QUEZEL P., 1974 - Les forêts du pourtour méditerranéen. Notes tech. M.A.B. 2, U.N.E.S.C.O. Paris : 9-34.

QUEZEL P., 1975 - Contribution à l'étude phytosociologique du massif du Taurus. Phytocoenologia 1 (2) : 131-222.

QUEZEL P., BARBERO M. et AKMAN Y., 1978 - Interprétation phytosociologique des groupements forestiers dans le bassin méditerranéen oriental. Doc. Phytosoc. Lille, II 329-352.

QUEZEL P., 1979 - Matorrals méditerranéens et Chaparrals californiens, quelques aspects comparatifs de leur dynamique, de leurs structures et de leur signification écologique. Ann. Sci. Forest. 36 (1) : 1-12.

QUEZEL P., 1980 - Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen, In PESSON : Actualités d'Ecologie Forestière, Bordas Edit., Paris : 205-256.

QUEZEL P., BARBERO M., BONIN G. et LOISEL R., 1980 - Essai de corrélations phytosociologiques et bioclimatiques entre quelques structures actuelles et passées de la végétation méditerranéenne. Naturalia Monspelliensis, Act. Coll. Fond. Emberger : 79-87.

QUEZEL P., BARBERO M. et BENABID A., 1987 - Contribution à l'étude des groupements forestiers du Haut Atlas oriental (Maroc). Ecol. Medit., XIII (1/2) : 107-117.

QUEZEL P. et BARBERO M., 1990 - Les forêts méditerranéennes. Problèmes posés par leur signification historique, écologique et leur conservation. Acta Botanica Malacitana, 15 : 145-178.

RIVAS-MARTINEZ S. et RIVAS-GODAY S., 1974 - Schéma syntaxonomique de la classe des Quercetea ilicis dans la péninsule ibérique. Coll. C.N.R.S. Montpellier, 235 : 431-456.

SAMIR S., 1978 - La planification écologique des communes de la Seyne, Ollioules, Saint-Mandrier. Rapport D.E.A. Ecologie Méditerranéenne, Univ. Aix-Marseille III : 1-25 + annexes.

SAUVAGE Ch., 1961 - Recherches sur les suberaies marocaines. Trav. Inst. Sc. Chérifien, sér. bot., 21, 462 p.

SCHMID E., 1966 - Die Vegetation-Gürtel die Iberische Barbarische Gebirge, Ver. Geobot. Inst. Rübel, Zurich. 31 : 124-163.

TOMASELLI R., 1973 - La vegetazione forestale d'Italia Collana Verde, Minist. Agric. For. Roma, 33 : 25-62.

ZOHARY M., 1962 - Plant life of Palestine and Jordan, New-York, Ronald Press.

ZOHARY M., 1973 - Geobotanical Foundations of the Middle East. Geobotanica Selecta, III, 6 Fischer Verlag, Stuttgart.