

LE PIN BRUTIA

(*Pinus brutia* Ten. subsp. *brutia*)

Première partie

par Ibrahim NAHAL*

Dès 1962, on doit au Professeur Ibrahim NAHAL, de la Faculté agronomique de l'Université d'Alep, Syrie, une étude exhaustive sur le Pin d'Alep qui fut accueillie par les Annales de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts, école où le jeune agronome syrien s'était spécialisé.

Si, depuis deux décennies, Ibrahim NAHAL n'a cessé de contribuer à approfondir tous les problèmes intéressant la forêt méditerranéenne, qu'il s'agisse de phytogéographie, d'écologie, des principes et des techniques de conservation des sols — ne lui doit-on pas un excellent Traité sur cette question, publié chez Masson en 1975 —, il demeure captivé par les espèces affines qui, du Rif marocain à la Géorgie et à l'Iran, se pressent sous la bannière du Pin d'Alep. Il est piquant de noter que, pour les dendrologues, le vrai *Pinus halepensis* se cantonne dans la région occidentale et centrale du bassin méditerranéen et qu'il est remplacé, dans la zone orientale, notamment en Syrie et à Alep, par *Pinus brutia*.

Dans la monographie que mon camarade Ibrahim NAHAL, qui est aussi mon confrère à l'Académie d'Agriculture de France, consacre au Pin brutia, il explique que cette espèce a été décrite, en 1811, par Michele TENORE, à partir sans doute d'un échantillon provenant du Moyen-Orient. Le célèbre botaniste napolitain lui a attribué le nom d'une province de Calabre, le Brutium, qui était célèbre, selon Pline, par sa production d'une résine, d'une poix de qualité, propre à revêtir les parois intérieures des jarres.

Dans cette nouvelle monographie, Ibrahim NAHAL se livre à une étude approfondie d'une sous-espèce type de *Pinus brutia* qui constitue des forêts en Grèce, en Turquie, à Chypre, au Liban et en Syrie, forêts d'une grande valeur écologique et économique.

Roger BLAIS

* Ibrahim NAHAL
Professeur,
Faculté agronomique,
Université d'Alep,
Alep, Syrie.

SOMMAIRE

	Pages
I — Taxonomie du Pin brutia	165
II — Aire géographique	166
III — Caractères morphologiques et forestiers	167
IV — Ecologie	169
V — Végétation	171
— Bibliographie	172

I. — TAXONOMIE DU PIN BRUTIA

I.1. — Le Pin brutia (*Pinus brutia* Ten.) appartient au genre *Pinus*, au sous-genre *Pinus* (1) (*Eupinus*), à la section *Halepensis*, au groupe *halepensis*, de la famille des *Pinaceae* (*Abietaceae*) (GAUSSEN, 1961). Le groupe *halepensis* est méditerranéen. Il comprend *Pinus halepensis* Mill. et *Pinus brutia* Ten.

I.2. — Jusqu'à une époque relativement récente (1962), le Pin brutia était confondu avec le Pin d'Alep (*P. halepensis*) et considéré comme une variété ou une sous-espèce de ce dernier.

En effet, on rencontre dans la région méditerranéenne (*sensu lato*) des pins affines qui sont les suivants :

Pinus halepensis Mill., *P. brutia* Ten., *P. eldarica* Medw., *P. stankewiczii* Sukaczew., *P. pitnyusa* Stevenson.

(1) *Pinus* au lieu de *Eupinus*, d'après l'article 20 du Code International de la Nomenclature Botanique, 1959 (in, GAUSSEN, 1961).

Une révision taxonomique a été effectuée par l'auteur (2) (NAHAL, 1962) de ces Pins, en se basant sur des critères biochimiques (analyse de la résine), anatomiques (bois et feuilles), palynologiques et morphologiques, et qui a permis d'arriver aux conclusions suivantes :

- a — *Pinus brutia* Ten. est une espèce bien définie et nettement distincte du *Pinus halepensis* Mill.
- b — *Pinus stankewiczii* Sukaczew, *P. pithyusa* Stevenson, *P. eldarica* Medw. sont des pins voisins du *P. brutia* et n'appartiennent pas à des entités spécifiques distinctes. Cependant, les caractères biochimiques, palynologiques, phytogéographiques et morphologiques qui les distinguent ont permis de les considérer comme des sous-espèces du *Pinus brutia* Ten. (NAHAL, 1962).

P. brutia Ten. est donc considéré comme une espèce complexe formée des sous-espèces suivantes :

— Il y a d'abord le type appelé *Pinus brutia* Ten. subsp. *brutia*. Les autres sous-espèces sont :

- *Pinus brutia* Ten. subsp. *eldarica* (Medw.) Nahal.
- *Pinus brutia* Ten. subsp. *pithyusa* (Stevenson) Nahal.
- *Pinus brutia* Ten. subsp. *stankewiczii* (Sukaczew) Nahal.

DEBAZAC et TOMASSONE, 1965, en effectuant des études sur les graines et les plantules des Pins du groupe *halepensis* (longueur et largeur des graines, poids de 100 graines; nombre et longueur des colylédons) sont arrivés à la conclusion que, du point de vue taxonomique, il paraît légitime de rattacher toutes les formes des Pins du groupe *halepensis* de la Méditerranée orientale à une seule espèce *Pinus brutia* Ten., à l'intérieur de laquelle trois sous-espèces isolées géographiquement (*Pinus pithyusa*, *Pinus eldarica*, *Pinus stankewiczii*) peuvent être distinguées, ce qui confirmerait la classification de ces Pins adoptée par NAHAL, 1962.

I.3. — En outre, le Pin *brutia* (sensu lato) renferme dans son aire géographique un certain nombre de races (NAHAL, 1962), écotypes (ARBEZ, 1974) et variétés (ALLEGRI, 1973; PANETSOS, 1981), dont il faudra tenir compte lors des récoltes de graines pour les reboisements.

ARBEZ, 1974, a décelé en Turquie la présence de peuplements de *Pinus brutia* subsp. *brutia* d'excellente forme avec un fût élancé, de branches fines et une cime conique et dense. Ces peuplements se rencontrent surtout dans la zone méditerranéenne, en moyenne altitude, entre 500 et 900 m. Les peuplements côtiers et de basse altitude sont de mauvaise forme, en général.

Des peuplements de très bonne forme, avec fût élancé et branches fines ont été décelés dans le Nord-Ouest de la Syrie (Froulok), à moyenne altitude (500 à 700 m) et considérés comme des peuplements élités (NAHAL, 1962).

De très beaux peuplements ont été signalés dans la région de Samaria, dans l'île de Crète en Grèce ainsi qu'à Lesbos et Thassos dans la région de transition avec le Pin noir (PANETSOS, 1981).

Il est conseillé de procéder à une étude plus fouillée et méthodique de ces différentes provenances, aussi bien sur le plan national que régional car, jusqu'à cette date, les travaux de recherches sur les provenances ont été très fragmentaires et dispersés.

Des hybrides entre *Pinus halepensis* et *Pinus brutia* ont pu être décelés en Syrie dans l'aire naturelle de ces deux espèces. En Grèce, PAPAJOANNOU, 1954, a signalé la présence d'hybrides de ces deux pins et remarqué une baisse quantitative et qualitative de la résine de ces hybrides. Il leur a donné le nom de *Pinus golaiana* en hommage à GOLA qui a été le premier à mentionner en 1925 la présence d'hybrides naturels entre le Pin d'Alep et le Pin *brutia* dans la région de Grado en Italie. VIDA KOVIĆ et KARSTINIĆ, 1974 ont signalé aussi la présence d'un hybride naturel entre ces deux Pins dans la région côtière de Yougoslavie où le Pin *brutia* a été introduit dans l'aire naturelle du Pin d'Alep. Cependant, il a été remarqué que, bien que le Pin *brutia* soit en contact avec *Pinus nigra* et *Pinus pinea*, dans différentes régions, aucun hybride n'a été signalé entre ce Pin et ces deux derniers (PANETSOS, 1981).

L'hybridation artificielle entre le Pin *brutia* et le Pin d'Alep est possible quand le Pin *brutia* est utilisé uniquement comme parent femelle, ce qui prouve la présence d'un certain degré d'affinité génétique entre ces deux espèces, mais montre aussi que ces deux Pins ont développé dans leur isolement géographique, un isolement génétique partiel qui s'est exprimé par une non fertilisation quand le Pin d'Alep est utilisé comme parent femelle.

Les différentes sous-espèces de Pin *brutia* (*eldarica*, *pithyusa*, *stankewiczii*) se croisent facilement entre elles, ce qui montre l'absence totale de n'importe quel mécanisme d'isolement de nature génétique entre ces différents pins (BASSIOTIS, 1972; MOULALIS et MITSOPOULOS, 1975).

II. — AIRE GÉOGRAPHIQUE DU PIN BRUTIA

Le Pin *brutia sensu lato* occupe une aire géographique strictement localisée. C'est un élément typique de la Méditerranée orientale, au sens large du terme. Bien que ce Pin fût décrit par TENORE, en 1811, en Italie, il semble bien que cette description ait été faite à partir d'échantillons provenant du Moyen-Orient. En effet, ce Pin n'a jamais été retrouvé en Italie.



CARTE 1. — Aire de distribution géographique du Pin *brutia* Ten. (*Sensu lato*).

(2) Pour plus de détails, se référer à l'étude du même auteur : Le Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill), étude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole. Ann. E.N.E.F., XIX, 4, 208 p., 1962.

Le Pin *brutia sensu lato* se rencontre dans les régions suivantes :

a — *Pinus brutia* subsp. *brutia* :

- Grèce (Thrace, Rhodes, Crète).
- Turquie (Nord-Ouest, Ouest et Sud-Ouest : côte de la Mer Noire, la Mer Marmara, la Mer Egée, la Mer Méditerranée, le Taurus et l'Amanus).
- Syrie (Montagnes côtières du Baer-Bassit et des Alaouites, Montagnes des Kurdes au Nord d'Alep).
- Liban (Mont Liban et spécialement sur le versant occidental, et en particulier dans les régions de Akkar, Liban central, Bkassine dans le Sud. Les peuplements de Pin *brutia* dans le Sud du Liban représente la limite la plus méridionale dans l'aire géographique de ce Pin.
- Irak (partie septentrionale, région de Zawita).
- Chypre (Chaîne des montagnes du Nord, région de Paphos, et de Trodos (FINLAYSON, 1971)).

b — *Pinus brutia* subsp. *pithyusa* :

Stations littorales de la région de Pitsound, ancien Pityum de l'antiquité, sur la côte orientale de la Mer Noire en Union Soviétique (KOLESNIKOV, 1963). D'après ALLEGRI, 1973, il existerait en Turquie, sporadiquement ça et là.

c — *Pinus brutia* subsp. *stankewiczii* :

Crimée méridionale, au Cap Aya et près de Soudak et Union Soviétique.

d — *Pinus brutia* subsp. *eldarica* :

Azerbeïdjan Soviétique, près du désert d'Eldar dans le massif de Eller Oukhi.

Azerbeïdjan d'Iran, de Tabriz à la Mer Caspienne, près de la Frontière avec l'U.R.S.S. (in, ALLEGRI, 1972).

Les aires géographiques des sous-espèces *pithyusa*, *stankewiczii* et *eldarica* ne sont pas bien explorées, et, par conséquent, sont encore mal connues. D'après KOLESNIKOV, 1963, les aires géographiques de ces Pins en Union Soviétique sont, à l'heure actuelle, relativement bien connues, mais, il n'en est pas de même en dehors de l'Union Soviétique.

Quant au Pin *brutia (sensu stricto)* (*Pinus brutia* subsp. *brutia*), son aire géographique est presque complètement explorée et relativement bien délimitée.

Remarque importante :

C'est l'étude de cette sous-espèce (*Pinus brutia* Ten. subsp. *brutia*) qui sera développée dans cette publication. Elle constitue des forêts vastes et économiquement exploitables en SYRIE, TURQUIE, GRÈCE, LIBAN et CHYPRE. Ces forêts sont de grandes valeurs écologiques et économiques pour la Région.

III. — CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES ET FORESTIERS DU *PINUS BRUTIA* Ten. Subsp. *BRUTIA*

C'est un arbre pouvant atteindre 35 m de haut sur des stations de bonne fertilité. Il vit entre 120 et 150 ans, comme son cousin, le Pin d'Alep.

La cime est régulière, de densité variable selon l'âge et d'un vert foncé. En général, elle est conique, mais devenant tabulaire quand l'arbre avance en âge. Ce phénomène est lié aussi à la fertilité des stations. En effet, on a remarqué dans la région du Baer-Bassit, sur des stations de bonne fertilité, que les arbres poursuivent pendant assez longtemps (80-90 ans) leur croissance en hauteur et la cime reste conique. Alors que dans les stations de basse fertilité, les arbres s'arrêtent de croître en hauteur à un âge assez tôt (50-60 ans) et la cime prend à cet âge la forme tabulaire.

L'écorce est rougeâtre pendant le jeune âge. Elle est précocément fissurée à la base. Chez les sujets adultes, l'écorce est très épaisse et profondément fissurée; le creux des fissures étant brun rougeâtre, elle est très inflammable et riche en tanin (13-15 %).



PHOTO 1. — Peuplement naturel de *Pinus brutia* subsp. *brutia* dans la région du Baer-Bassit du Nord-Ouest de la Syrie.

Les feuilles sont réunies par deux, de couleur vert foncé, de 10 à 15 cm de long sur plus de 1 mm de large, à dentelures sur les bords, grossières et rudes. Elles sont réparties le long des rameaux et donnent à la couronne de l'arbre un aspect touffu, de couleur vert foncé. Elles durent de 3 à 4 ans. Du point de vue anatomique, les cellules de séparation qui entourent les cellules sécrétrices des canaux résinifères sont morphologiquement semblables à celles de l'hypoderme.

Les fleurs sont unisexuées, en forme de cônes. Les fleurs mâles sont jaunâtres, parsemées de taches rouges; les fleurs femelles sont violacées et rassemblées par deux ou trois. Elles apparaissent au printemps.

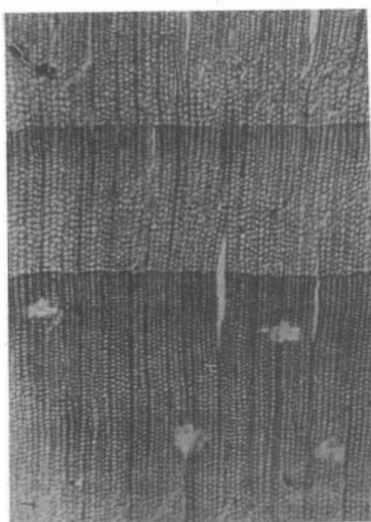
L'étude des pollens de Pin *brutia* d'origine syrienne (NAHAL, 1962) a montré que :

- la dimension moyenne du pollen varie entre 50,9 et 64,4 μ (56,7 μ).
- la profondeur des deux ballonnets varie entre 26 et 32,20 μ .
- le corps du pollen est allongé.
- les deux ballonnets sont de petites dimensions.

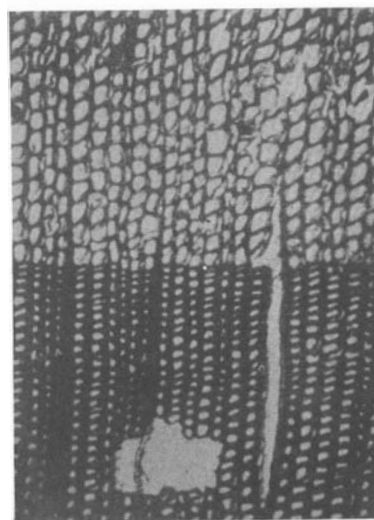
Le Pin *brutia* commence à fructifier à l'âge de 10 ans en moyenne. Les cônes mûrs sont sessiles ou courtement pédonculés, non réfléchis vers la base du rameau, perpendiculaires ou dressés sur le rameau, de couleur brun foncé. Leur forme est conique ovoidale, 5 x 11 x 4,5 cm de dimensions. Ils sont fréquemment verticillés et groupés par 2, 3 ou 4. L'écusson de l'échelle porte des ravures étoilées; l'apophyse est saillante et l'ombilic est presque plat et gros, et muni d'un mucron. Les cônes mûrs s'ouvrent sur l'arbre et laissent échapper leurs graines. Certains cônes restent fermés sur l'arbre après maturité, alors que d'autres s'ouvrent à moitié. Tous les cônes



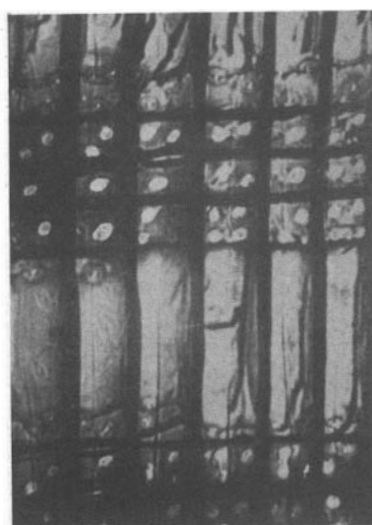
PHOTO 2. — Deux cônes mûrs de *Pinus brutia* Ten. subsp. *brutia*. (Arboretum de la Faculté Agronomique de l'Université d'Alep, à Mussulmya).



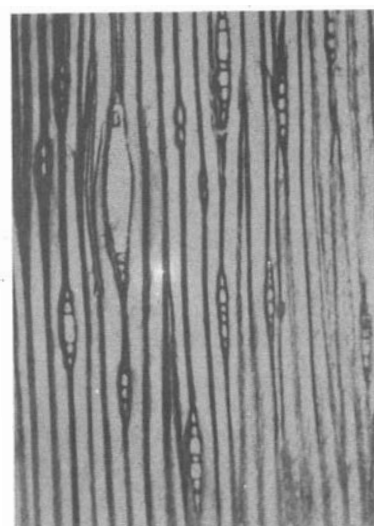
1. (30×)



2. (100×)



3. (300×)



4. (100×)

PHOTO 3. — Coupes dans le bois de *Pinus brutia* subsp. *brutia* (grossies 30 à 300 fois).
1,2. Coupe transversale
3. Coupe radicale
4. Coupe tangentielle.

restent attachés à l'arbre même après avoir perdu leurs graines, ce qui présente un danger pendant les incendies de forêts, car ces cônes secs, très inflammables, peuvent jouer le rôle de projectiles enflammés et contribuer, ainsi, à propager l'incendie. Un hectolitre de cônes pèse en moyenne 48 kg (38 à 59 kg) et renferme 1 200 cônes environ (770 à 1 861 cônes) (ALLEGRI, 1973). Chaque cône peut renfermer entre 2,8 et 6,2 gr. de graines. Dans une forêt à développement moyen, on peut récolter de 230 à 250 kg de graines par hectare (CHAFIK Y., 1972).

Les graines sont ailées. L'aile est large, droite du côté interne, convexe et élargie vers la base, du côté externe. La longueur de la graine varie entre 7 et 10 mm et sa largeur entre 6 et 7 mm. Un lot de 100 graines sans ailes pèse en moyenne 50 gr. (46 à 57 gr.), contre 15 à 20 gr. pour le Pin d'Alep. Un kilogramme de graines renferme en moyenne 20 000 graines contre 50 000 graines pour le pin d'Alep. La faculté germinative des graines varie entre 70 et 90 %. La stratification des graines dans du sable humide à + 4°C et durant une période de 45 jours augmente sensiblement la faculté germinative (SHAFIQ *et al.*, 1969). Les graines passent par une période de repos de 3 mois.

Le bois peut être classé (RAHME, 1972), en général, du point de vue de ses qualités physiques, parmi les bois mi-lourds, moyennement denses, et au point de vue de ses qualités mécaniques, parmi les bois supérieurs en compression axiale et moyens en flexion statique; il est très souple quant à la « côte de raideur », mais son module d'élasticité est relativement faible.

Les couches d'accroissement du bois sont assez distinctes à cause des parois relativement épaisses des éléments du bois final et de l'aplatissement des dernières trachéides de ce même bois. Les canaux résinifères sont dissimulés surtout dans le bois final. Les punctuations aréolées dans les parois tangentielle ont de 5 à 7 µ. L'orifice des punctuations est oblique, court, linéaire ou en forme d'œil et inclus.

Le bois peut être utilisé dans différents domaines : sciage, déroulage, emballage, caisserie, charpenterie, soutènement, papeterie, etc.

Au point de vue valeur papetière, il est plus adapté à la cuisson Kraft (au sulfate), son rendement en fibres est moyen à assez élevé; les caractères physiques et mécaniques des papiers obtenus sont remarquables par la longueur de leurs fibres. La qualité du bois du Pin brutia est très voisine de celle du Pin d'Alep. Cependant, la résistance en compression axiale est plus élevée pour le Pin brutia de Syrie que pour ce même Pin dans les autres régions géographiques et pour le Pin d'Alep. Par contre, son module d'élasticité est plus petit (RAHME, 1972);

Les propriétés du bois sont liées aux caractères écologiques des stations (RAHME, 1972), ce qui sera développé plus loin.

L'Oléorésine (gomme) est appréciée depuis très longtemps par les peuples de la Méditerranée Orientale. Le Pin brutia est gemmé depuis une époque très lointaine. Le rendement en oléorésine varie entre 1,5 et 2 kg en moyenne par arbre et par an dans les forêts de Syrie.

Il est de l'ordre de 2 kg par arbre en moyenne à Rhodes, en Grèce où une expérimentation étalée sur quatre ans a montré que le rendement déclinait de la première à la quatrième année, en passant de 2,41 à 1,45 kg par arbre. La variation du rendement entre des arbres d'un même diamètre (32 cm) est aussi très significative; ce rendement variant entre 0,9 et 2,7 kg par arbre (PAPAMICHAEL, 1970).

D'après PANETOS, 1980, le Pin brutia possède de très grandes possibilités d'amélioration génétique en ce qui concerne la production de gomme.

En Syrie, le Pin brutia n'est plus gemmé. Dans les autres pays, le gemmage est en déclin ou n'existe plus.

Les analyses physiques et chimiques de l'essence de térébentine de deux provenances (Syrie et Chypre) montre qu'elle présente les propriétés suivantes (NAHAL, 1962) :

- elle est lévogyre, avec un pouvoir rotatoire variant entre — 50°7 et — 28°70.
- elle a une densité variant entre 0,8614 et 0,8503 et un indice de réfraction variant entre 1,4684 et 1,4612.

Elle est composée essentiellement de : α -Pinène : 58,8 — 64 %; β -Pinène : 9 %; d- Δ_3 Carène : 13 — 29 %; Limonène : 0 — 35 %.

IV. — ÉCOLOGIE

IV.1. — Les facteurs climatiques :

Pinus brutia subsp. *brutia* est un élément caractéristique de la Méditerranée Orientale. Dans toute son aire géographique naturelle, il est soumis au climat méditerranéen. Il se rencontre dans différents étages bioclimatiques et, peut être considéré comme un arbre relativement plastique du point de vue de ses exigences pluviométriques et thermiques.

a — Pluviométrie :

L'auteur (NAHAL, 1977) a montré que cet arbre constitue des peuplements naturels dans des zones recevant une pluviométrie annuelle variant entre 350 et 1 300 mm, en Méditerranée Orientale. Cependant, il a été introduit en plantations artificielles dans des sites recevant entre 400 et 200 mm/an, avec des irrigations estivales durant les trois premières années.

Dans son aire naturelle, cet arbre est adapté aux irrégularités des pluies mensuelles et annuelles qui caractérisent le climat méditerranéen oriental.

En tenant compte de la pluviométrie annuelle, on peut distinguer : les pinèdes suivantes (voir étages bioclimatiques) : Pinèdes arides, Pinèdes semi-arides, Pinèdes subhumides, Pinèdes humides.

Les Pinèdes arides et semi-arides se trouvent essentiellement dans le Nord de la Syrie en Crète et en Turquie. Pour reboiser les zones arides et semi-arides, il est recommandé de ne cueillir les graines destinées aux pépinières que de ces Pinèdes semi-arides et arides.

Par rapport à la superficie totale, les **Pinèdes subhumides et humides sont nettement plus répandues que les Pinèdes semi-arides. Alors que pour le Pin d'Alep, ce sont les Pinèdes semi-arides qui occupent la place principale dans l'aire naturelle de cette espèce.**

b — Régimes pluviométriques saisonniers :

Dans son aire de distribution naturelle, cet arbre est essentiellement soumis à deux régimes pluviométriques saisonniers caractérisant la Méditerranée Orientale :

- Le premier régime est du type HPAE, dans lequel l'hiver est la saison la plus pluvieuse, le printemps et l'automne venant après; l'été est toujours très sec. Ce régime caractérise essentiellement les Pinèdes de Syrie, du Liban et du Sud de la Turquie (Lattaquié, Qastal Moaf, Azaz, Afrine, Jazmine, Adana, etc.).

Stations	H	P	A	E
Qastal Moaf (Syrie)	584,6 mm	338,5 mm	239 mm	24,5 mm
Afrine (Syrie)	268,0 mm	147,5 mm	60,5 mm	0 mm
Jazmine (Liban)	854,0 mm	317,0 mm	176,0 mm	2,0 mm
Adana (Turquie)	305,0 mm	157,0 mm	120,5 mm	27,4 mm

- Le deuxième régime est du type HAPE, dans lequel l'hiver est toujours la saison la plus pluvieuse, l'automne et le printemps venant ensuite, l'été étant toujours très sec. Ce régime caractérise les pinèdes turques.

Stations	H	A	P	E
Antalya (Turquie)	682,5 mm	178,8 mm	152,9 mm	15,7 mm
Fathiyeh (Turquie)	616,7 mm	210,5 mm	155,4 mm	10,9 mm

Ces deux régimes avec été très sec montrent que cet arbre est adapté à la sécheresse estivale qui sévit dans son aire naturelle.

c — Humidité atmosphérique :

Ce Pin occupe à l'état naturel des stations aussi bien maritimes que continentales. Les stations donnant sur la Méditerranée sont caractérisées par une humidité atmosphérique élevée, même durant la saison estivale (71 à 78 % à Qastal Moaf, Syrie). Les stations continentales, loin des influences maritimes, se caractérisent par une humidité atmosphérique estivale relativement basse (43 à 48 % dans les environs d'Alep, Syrie). Il est utile de signaler que les stations maritimes sont également très bien arrosées (800 à 1 000 mm/an), alors que les stations continentales sont sè-

ches. D'où l'intérêt primordial pour le Forestier d'en tenir compte lors de la récolte des graines pour le reboisement, surtout lorsqu'il s'agit de reboisements de zones arides et semi-arides continentales.

d — Températures :

Dans son aire géographique naturelle, ce Pin vit dans des conditions thermiques très variées, montrant ainsi sa plasticité thermique, relativement élevée en tant qu'espèce méditerranéenne. Des températures de l'ordre de -25° , à Bursa, Turquie, et -24°C à Usak, Turquie, ont été décelées dans les zones froides de l'aire de ce Pin (NAHAL, 1972). En outre, ce Pin a été planté dans des stations continentales froides, comme dans l'Arboretum de la Faculté Agronomique de l'Université d'Alep, Syrie, à Mussulmyeh où il a très bien supporté des températures de -18° sans dégâts (hiver 1973).

La moyenne des températures minimales du mois le plus froid (m) varie, à l'intérieur de l'aire naturelle, entre $+9^{\circ}\text{C}$ comme dans les forêts côtières du littoral grec, turc, chypriote, syrien et libanais et -4°C , comme dans certaines stations nordiques très froides dans la région de la Mer Marmara en Turquie (ex. station Eskisehir) (NAHAL, 1982).

Il est d'une importance primordiale pour le Forestier qui désire planter ce Pin dans des zones froides, de ne cueillir les graines que des stations froides. Un grand nombre d'échecs de plantations artificielles est dû à la récolte des graines provenant de stations tempérées, à hiver doux, pour le reboisement des stations continentales à hiver froid.

La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (M) dans l'aire naturelle varie entre $+27^{\circ}\text{C}$ et $+36^{\circ}\text{C}$. Cependant, ce Pin a été planté dans des stations plus chaudes sans difficulté.

e — Lumière :

Pinus brutia subsp. *brutia* est un arbre héliophile. Cependant, des observations en forêts ont montré, que sous le climat méditerranéen, les jeunes plants poussent mieux en présence d'un léger ombrage latéral, surtout pendant les périodes estivales où l'intensité lumineuse, la sécheresse et la chaleur sont très élevées. Ce léger ombrage permet aux jeunes plants de mieux lutter contre la sécheresse, en diminuant l'évapotranspiration.

f — Etages bioclimatiques :

Dans son aire naturelle, ce Pin se rencontre dans les étages bioclimatiques suivants (au sens d'EMBERGER) : **humide** tempéré, et chaud; **subhumide** frais, tempéré et chaud; **semi-aride** très froid, froid tempéré et chaud; **aride** supérieur chaud.

D'où l'existence de pinèdes correspondant à ces étages et sous-étages, dont il faudra tenir compte pour la récolte des graines et pour le choix du type d'aménagement forestier à appliquer à chacune de ces pinèdes.

Ce climagramme a été établi d'après la formule d'Emberger :

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

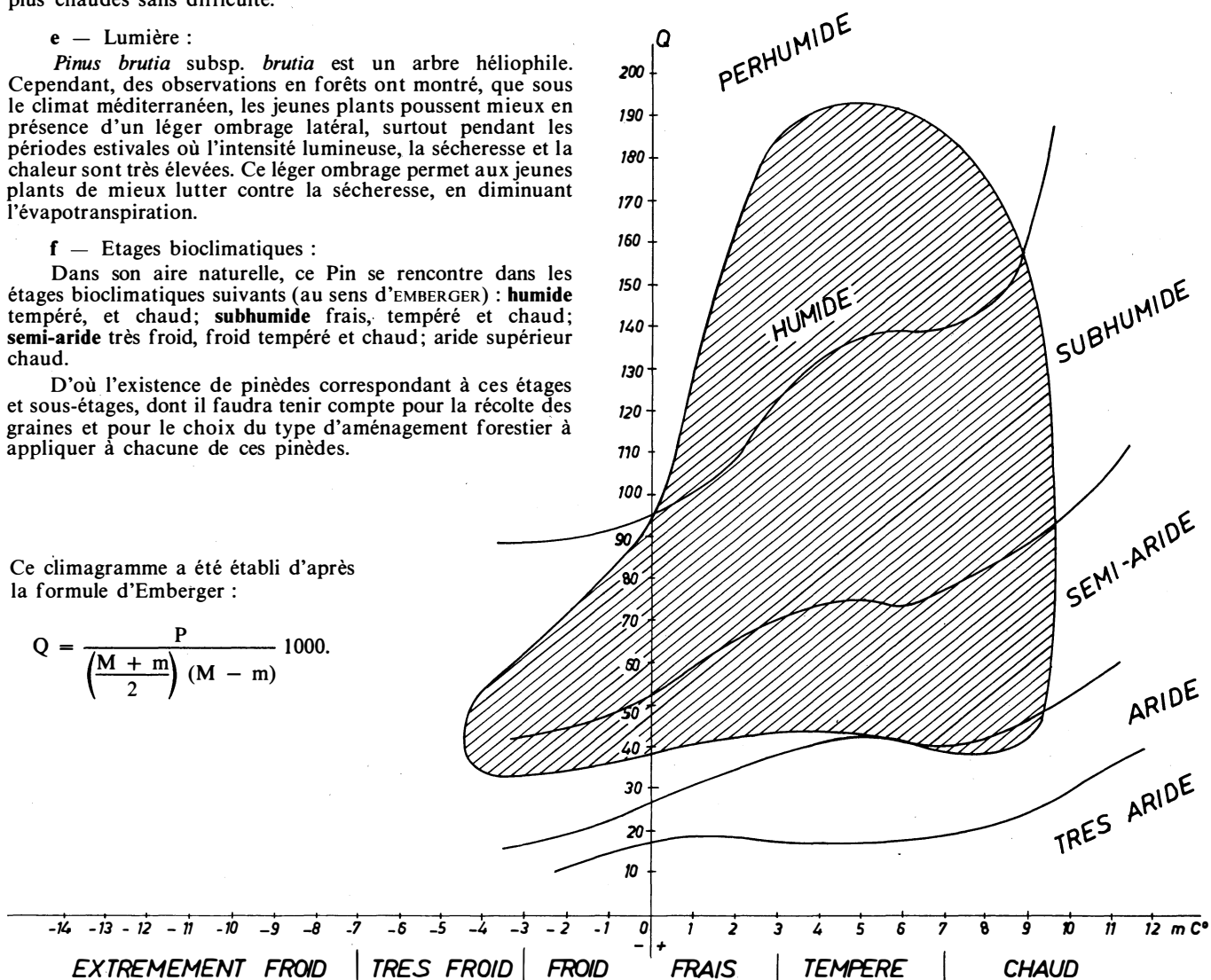


FIG. 1. — Aire de distribution naturelle du Pin brutia (*Pinus brutia* Ten. Subsp. *brutia*) à l'intérieur du climat méditerranéen (Nahal, 1983).

Les pinèdes arides relèvent de l'étage aride supérieur, à la limite du semi-aride. On les rencontre dans l'île de Crète, dans la région d'Ierapetra (BARBERO et QUEZEL, 1979). D'après PANETOS, 1981, les pinèdes arides du sud-Est de l'île recevaient une pluie moyenne annuelle de l'ordre de 350 mm.

IV.2. — Les facteurs édaphiques :

a — Roches-mères :

Dans son aire naturelle, ce Pin se rencontre sur un éventail relativement large de roches-mères. NAHAL, 1982, a montré que ce Pin pousse sur des sols formés sur les roches-mères suivantes :

- Marne et calcaires marneux, péridotites pyroxéniques, Serpentine, Gabbros, amphibolites, diorites, dolérites, basaltes, terra rossa reposant sur calcaire compacte jurassique, grès quartzeux. On le rencontre aussi sur schistes et flyshes, micaschistes et gneiss en Turquie (AKMAN, BARBERO et QUEZEL, 1978).
- Cependant, c'est sur les marnes et calcaires marneux et sur les roches vertes (Nord-Ouest de la Syrie, Chypre, Sud de la Turquie) qu'on le rencontre le plus souvent à l'état naturel. Sur Terra rossa, il est presque toujours en mélange avec *Quercus calliprinos* Webb et *Quercus cerris* L. subsp. *pseudocerris* (Boiss.) Chalabi, suivant l'altitude. Sur les grès quartzeux, il est toujours en mélange avec *Pinus pinea* L.

b — Sols :

Les sols qui caractérisent les forêts naturelles sont en général, des sols peu évolués du type AC : rendzines, bruns calcaires, bruns rouges méditerranéens (NAHAL, 1969). Cependant, on trouve dans les pinèdes de montagne des sols bruns rouges méditerranéens lessivés et même des sols lessivés (sur les grès quartziques au Liban).

Les sols bruns rouges méditerranéens formés sur roches vertes magnésiennes, sont riches en magnésium échangeable, et le complexe adsorbant est presque saturé, surtout en magnésium. Le Pin brutia paraît s'accommoder de ces sols magnésiens et s'y développe bien.

V. — VÉGÉTATION

Les forêts de *Pinus brutia* subsp. *brutia* ne constituent pas une entité homogène sur le plan écologique et phytosociologique en Méditerranée Orientale. C'est pourquoi, il n'est pas possible, dans les limites de cet article, de montrer toutes les variations et les nuances de ces forêts. Cependant, nous donnerons dans ce qui suit un aperçu rapide des types de forêts de Pin brutia qui ont fait l'objet d'études écologiques et phytosociologiques en Turquie, Syrie, Liban, Crête et Chypre.

V.1. — QUEZEL & PAMUKÇUOĞLU, 1973, distinguent dans les montagnes du Taurus en Turquie deux séries de Pin brutia, l'une inférieure au-dessous de 500 m d'altitude, et l'autre supérieure variant entre 500 et 700 m.

a — Dans la série inférieure, les peuplements sont rarement fermés et le Pin représente l'élément majeur. Il est accompagné de : *Quercus coccifera*, *Q. calliprinos*, *Phillyrea media*, *Rhamnus alaternus*, *Olea europea*, *Ceratonia siliqua*, *Pistacia lentiscus*, *Pistacia palaestina*, *Arbutus andrachne*.

Le sous-bois est une garrigue méditerranéenne typique où dominent largement les chamaephytes et les nanophanérophytes. Dans les peuplements dégradés, on voit apparaître des éléments typiquement méditerranéens orientaux : *Tymbra spicata*, *Satureia thymbra*, *Daphne gnidioides*, *Daphne sericea*, *Genista acanthoclada*, et *Poterium spinosum* en particulier.

A l'intérieur de cette série inférieure cinq groupes de végétation sont distingués :

- Groupe sur substrat primitif siliceux dans la région d'Anamur correspondant à un type particulier de végétation. On y trouve *Lavandula stoechas*, *Aira elegans*, *Aira Caryophyllaea*.
- Groupe très thermophile de basse altitude, floristiquement voisin des groupements de l'Oleo-Ceratonion. Il se développe sur substrat calcaire et sol rendziniforme.
- Groupe des zones sablonneuses littorales où *Pinus pinea* se juxtapose au Pin brutia.
- Groupe se développant entre 100 et 500 m. C'est un groupe thermophile, sur substrat calcaire, se rencontrant essentiellement sur exposition sud et il est floristiquement et écologiquement stable. On y trouve : *Lithospermum hispidulum*, *Sideritis cf. condensata*, *Onobrychis gracilis*, *Hypericum Olympicum* ssp. *auriculatum*, *Helichrysum niveum*.
- Groupe de forêts d'altitude moyenne (300 à 500 m), en général situé sur versant nord. Il établit en quelque sorte la liaison avec la série supérieure.

b — Dans la série supérieure, l'aspect du sous-bois des forêts de Pin brutia se modifie considérablement. Les éléments eu-méditerranéens, et notamment les espèces laurifoliées disparaissent presque totalement. Par contre, d'autres arbres et arbustes prennent un développement considérable : *Styrax officinalis*, *Quercus cerris*, *Q. libani*, *Q. infectoria*, *Ostrya carpinifolia*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus foetidissima*, *Cercis siliquastrum*.

En outre, certaines espèces harbacées comme : *Eryngium falcatum*, *Carex divulsa*, *Phlomis samia*, *Hypericum perforatum*, paraissent liées à cette série.

Dans une étude sur la végétation forestière d'Anatolie méridionale, AKMAN Y., BARBERO M. et QUEZEL P., 1978 ont montré que les forêts de Pin brutia en Anatolie répondent à

des structures relativement variables s'intégrant à trois ordres phytosociologiques :

- *Quercetalia ilicis*
- *Quercetalia libani*
- *Quercetalia pubescentis*.

Les pineraies des *Quercetalia ilicis* se rencontrent sur l'ensemble de l'Anatolie, dans les étages thermoméditerranéens et euméditerranéens. Tandis qu'au contraire, celles des *Quercetalia pubescentis* sont cantonnées grosso-modo au Nord-Ouest, dans une région ayant pour limite méridionale Aydin, Eskişehir, Adapazarı. Au Sud-Est de cette zone et en altitude prospèrent les pineraies des *Quercetalia libani* et relèvent de l'étage supraméditerranéen.

En Anatolie septentrionale, les quelques colonies disjointes de Pin brutia localisées sur le revers sud des Chaînes pontiques au niveau des grandes vallées transversales fortement influencées par le bioclimat méditerranéen se rattachent aux *Quercetalia ilicis* (QUEZEL P., BARBERO B., AKMAN Y., 1980).

V.2. — En Syrie littorale, le Pin brutia *sensu stricto* s'étend du bord de la mer jusqu'à 1 000 m d'altitude approximativement et se rencontre essentiellement sur les roches-mères suivantes : roches vertes (péridotites pyroxéniques plus ou moins serpentinisées, gabbros et diorites), marnes et calcaires marneux et Terra rossa surmontant le calcaire compact (BARBERO, CHALABI, NAHAL & QUEZEL 1976).

— Les peuplements sur roches vertes sont surtout localisées dans le Baer-Bassit, au Nord de Lattaquié. Ils s'étendent au niveau de la mer jusque vers 800 à 900 m et constituent des vastes forêts de grande importance économique, écologique et touristique.

Deux ensembles altitudinaux sont à distinguer :

- L'un inférieur où le Pin brutia se rencontre sur toutes les roches vertes et relève de l'étage bioclimatique subhumide chaud et tempéré;
- le second, au-dessus de 500-600 m où le Pin s'associe à un chêne caducifolié, *Quercus cerris* subsp. *pseudocerris* sur péridotites pyroxéniques et serpentine pour former des forêts mixtes; il relève de l'étage humide inférieur tempéré et frais.

Les peuplements sur péridotites et serpentine offrent un enrichissement de leur cortège floristique en espèces très souvent endémiques, dont un certain nombre se rencontre depuis le niveau de la mer jusque vers les sommets du Baer-Bassit. Ce sont en particulier : *Pterosimopappus bracteatus*, *Quercus microphylla*, *Salvia aramiensis*, *Scorzonera kotschyi*, *Centaurea cataonica*.

b — Les peuplements sur marnes et calcaires marneux occupent des surfaces relativement importantes à l'étage eu-méditerranéen. Ils montrent un cortège important où se retrouvent les espèces indicatrices de la série méditerranéenne de *Pinus brutia* et *Cupressus sempervirens* (ABI SALEH, BARBERO, NAHAL, QUEZEL, 1976) et, en particulier, *Gonocytisus pterocladus*, *Cytisopsis dorycnifolia*, *Genista acanthoclada*, *Linum oronanium*.

c — Les peuplements sur Terra rossa surmontant le calcaire compact sont d'origine anthropogène, et le Pin brutia se trouve superposé au *Quercus Calliprinos* qui représente sans doute l'essence climacique à l'étage méditerranéen.

V.3. — Au Liban, les peuplements de Pin brutia relèvent de l'étage thermo-méditerranéen et de l'étage eu-méditerranéen et se rencontrent sur trois types de roches-mères (ABI SALEH, BARBERO, NAHAL, QUEZEL, 1976) : marnes et calcaires marneux, Terra rossa surmontant le calcaire compact, grès quartziques, mais c'est sur marnes et calcaires marneux qu'il est le plus répandu.

a — A l'étage thermo-méditerranéen et sur substrat marneux et calcaire-marneux, le Pin brutia constitue l'élément principal de la végétation. Ces peuplements constituent ici une série thermo-méditerranéenne de *Pinus brutia* et *Cupressus sempervirens*.

Sur terra rossa, le Pin brutia se trouve associé au *Quercus calliprinos*. Ce dernier représente, à toute évidence, l'essence climacique. Ce type de forêts s'étend entre le niveau de la mer et 500-600 m environ. Sur grès quartziques, le Pin brutia s'associe au *Pinus pinea* qui pourrait représenter l'espèce climacique sur ces substrats gréseux quartziques au Liban (ABI SALEH, KHOUZAMI, QUEZEL, 1975).

b — A l'étage eu-méditerranéen et sur marnes et calcaires marneux, on retrouve la série méditerranéenne de *Pinus brutia* et *Cupressus sempervirens* qui apparaît ça et là dans le Liban central et surtout septentrional. Sur Terra rossa et entre 400-500 m et 1 000 m, le Pin brutia s'associe fréquemment au *Quercus calliprinos* qui représente l'essence climatique. Ces peuplements sont d'origine anthropogène.

V.4. — Dans l'île de Crète, en Grèce, le Pin brutia relève des deux associations suivantes (BARBERO M., QUEZEL P., 1979).

a — Le *Junipero lyciae* — *Pinetum brutiae*

Cette association est la plus largement répandue. Elle correspond aux peuplements de Pin brutia de la partie orientale de l'île, dans la région d'Ierapetra et s'étend de 0 à 250-300 m d'altitude, donc dans l'étage thermoméditerranéen. Elle relève des étages semi-aride et aride supérieur chaud et pousse sur des sols superficiels formés sur calcaires gypso-marneux, ce qui majore les caractères thermoxériques de ces pinèdes qui sont probablement les arides dans l'aire naturelle du Pin brutia.

Du point de vue floristique, cette association est caractérisée par *Pinus brutia* et *Juniperus phoenicea* subsp. *lycia* auxquels s'ajoutent quelques espèces : *Ebenus cretica*, *Lygeum spartum*, *Scorzonera cretica*, *Lycium persicum*. Les plantes arborescentes qui sont aussi présentes sont : *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea* subsp. *sylvestris*, *Ceratonia siliqua*, *Rhamnus oleoides*.

b — L'*Irido cretensis* — *Pinetum brutiae*

Cette association remplace la précédente, essentiellement dans l'étage mésoméditerranéen et se trouve répandue surtout sur le revers méridional de l'île, entre 300 et 800 m d'altitude et sur sols formés sur calcaires marneux compacts. *Quercus coccifera* est presque toujours présent, de même qu'*Iris cretensis*, *Lithodora hispidula*, *Scorzonera dependens*, *Limodorum abortivum*. Le Cyprès apparaît en altitude et s'y mélange. Parmi les plantes arborescentes présentes on trouve : *Pistacia terebinthus*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus calliprinos*, *Pyrus amygdaliformis*, *Olea europaea* subsp. *sylvestris*, *Ceratonia siliqua*, *Phillyrea media*.

I.N.

BIBLIOGRAPHIE

- ABISALEH B., KHOUZAMI M., QUEZEL P. — A propos de quelques groupements forestiers du Liban. *Biol. Ecol. Med.*, Marseille I., 1974.
- ABISALEH B., BARBERO M., NAHAL I., QUEZEL P. — Les séries forestières de végétation au Liban. Essai d'interprétation schématique. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 123, n° 9, pp. 541-560, 1976.
- ABOUDAHAB A.M., SHAFIQ Y., ABDULLAH M.O. — The influence of fertilizers in the development of *Pinus brutia* seedlings. *Research Bulletin*, 894, Ain Shams University, Cairo, 1978.
- AKMAN Y., BARBERO M., QUEZEL P. — Contribution à l'étude de la végétation forestière de l'Anatolie méditerranéenne (1^{re} partie). *Phytocoenologia*, vol. 5, n° 1, pp. 1-79, 1978.
- AKMAN Y., BARBERO M., QUEZEL P. — Contribution à l'étude de la végétation forestière de l'Anatolie méditerranéenne (2^{re} partie et 3^e partie) : *Phytocoenologia*, vol. 5, n° 2, pp. 189-276; vol. 5, n° 3, pp. 277-346, 1979.
- AKMAN Y., DAGET Ph. — Quelques aspects synoptiques des climats de la Turquie. *Bull. Soc. Lang.*, Montpellier, vol. 5, n° 2, pp. 189-276; vol. 5, n° 3, pp. 277-346.
- ALLEGRI E. — Contributo alla conoscenza del *Pinus brutia* Ten. *Annali Dell'Istituto sperimentale Per la Selvicoltura*, Arezzo, Vol. IV, pp. 3-41, 1973.
- ARBEZ M. — Distribution, Ecology and variation of *Pinus brutia* in Turkey. *FAO, Forest Research Resources*, information n° 3, 13 p., 1974.
- ARBUZOV B.A. — Composition of Turpentine of *Pinus pithyusa*, *Zh. prikl. khim*, Mosk, 5, pp. 787-789, 1932.
- BARBERO M., CHALABI N., NAHAL I., QUEZEL P. — Les formations à conifères méditerranéens en Syrie littorale. *Ecologia Mediterranea*, n° 2, pp. 87-99, 1976.
- BARBERO M., QUEZEL P. — Les groupements forestiers de Grèce Centro-Méridionale. *Ecologia mediterranea*, n° 2, pp. 3-86, 1976.
- BARBERO M., QUEZEL P. — La végétation forestière de Crète. *Ecologia mediterranea*, n° 5, pp. 175-206, Marseille, 1979.
- BARBERO M., QUEZEL P. — Contribution à l'étude des groupements forestiers de Chypre. *Phytocoenologia*, 1979.
- BELLEFONTAINE R., RAGGALI M. — 1977. Contribution à l'étude des Pins de la Section *halepensis* (*P. brutia*, *P. eldarica*, *P. halepensis*) au Maroc. *Ann. Rech. Forest. au Maroc*, vol. 17, pp. 191-233.
- BASSIOTIS K.B. — Crossability of the Mediterranean Pine species of the subgenus *Diploxylon* Koehne. *Ann. of Agr. and Forest. Faculty Thessaloniki*, vol. 15, pp. 223-285.
- CHOUCHANI B. — Le Liban contribution à son étude climatique et phytogéographique. *Thèse 3e cycle*, Toulouse, 1972.
- CZECZOTT H., 1954. — The past and present distribution of *Pinus halepensis* Mill. and *Pinus brutia* Ten., *C.R. Cong. Bot.*, Paris, Vol. sections, 2-6, pp. 196-197, 1954.
- DEBAZAC E.F., TOMASSONE R. — Contribution à une étude comparée des Pins Méditerranéens de la Section *Halepensis*. Extr. *Annales Sciences Forestières*, Nancy, 21, 2, pp. 213-256, 1965.
- KOLENIKOV A.T. — *Pinus pithyusa* et espèces affines. Moscou, 175 p., 1963.
- MAGANI G. — The susceptibility of some species of conifers to diseases in seed beds. II, *Cellulosa e carta*, vol. 26, n. 10, pp. 19-25, 1975.
- MIROV N.T. — *Pinus halepensis* and other Insignes pines. *Bull. Res. Council Isr.*, section D., Botany, 5 D, pp. 65-72, 1955.
- MOULALIS D., MITSOPOULOS D. — Artificial hybrids among certain pine species in Greece. *Ann. of Agr. and Forest., Faculty Thessaloniki*, vol. 18, pp. 59-95, 1975.
- MOULALIS D., BASSIOTIS C., MITSOPOULOS L. — Controlled pollination among pine species in Greece. *Labor. of Forest Genetics and Forest Trees Breed, Thessaloniki*, 1976.
- NAHAL I. — Le Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.). Etude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole. Extr. *Annales Ecole Nationale Eaux et Forêts*, Nancy, 19, n° 4, pp. 1-207, 1962.
- NAHAL I. — Contribution à l'étude de la végétation dans le Baer-Bassit et le Djebel Alaouite de Syrie. *Webbia*, vol. 16, n° 2, pp. 477-641, Firenze, 1962.
- NAHAL I. — Sols et végétation dans les montagnes côtières de Syrie. Extr. *Sciences du sol*, n° 1, pp. 85-96, 1969.
- NAHAL I. — Réflexions et Recherches sur la notion de climax de la végétation sous le climat méditerranéen oriental. Extr. *Biol. Ecol. Med.*, 1, pp. 1-10, 1974.
- PANETSOS C.K.P. — Monograph of *Pinus halepensis* Mill. and *Pinus brutia* Ten., *Annales Forestales*, vol. 9, n° 2, pp. 39-77, Zagreb, 1980.
- QUEZEL P., BARBERO M., AKMAN Y. — Contribution à l'étude de la végétation forestière d'Anatolie septentrionale. *Phytocoenologia*, vol. 8, n° 3/4, pp. 365-519, 1980.
- QUEZEL P., PAMUCKCUOĞLU A. — Contribution à l'étude phytosociologique et bioclimatique de quelques groupements forestiers du Taurus. *Feddes Repertorium*, Vol. 84, n° 3, pp. 185-229, Berlin, 1973.
- QUEZEL P. — Les forêts du pourtour méditerranéen, in forêts et maquis méditerranéens, *UNESCO, notes techniques* du MAB2, Paris, 1976.
- QUEZEL P. — Végétation des hautes montagnes de la Grèce méridionale. *Vegetatio Acta Geobotanica*, vol. 12, Fasc. 5-6, 1964.
- RAHME A. — Contribution à l'étude des propriétés physiques, mécaniques, micro-densitométriques et papetières du bois de *Pinus brutia* Ten. de quatre stations du N.W. de la Syrie. *Thèse de Doctorat-Ingénieur*, Nancy, 1972.
- SHAFIQ Y., OMER M. — The effect of stratification on germination of *Pinus brutia* seed. *Mesopotamia Journ. Agr.*, Mosul University, vol. 4, pp. 96-99, 1969.
- SHAFIQ Y., ABOUDAHAB A.H., OMRAN F. — Effects of light intensity on the growth of seedling of *Pinus brutia*, *Cupressus sempervirens*, *Casuarina equisetifolia*. *Mesopotamia Journ. Agr.*, Mosul University, pp. 73-85, 1974.
- SHAFIQ Y. — Sutides on the cones and seeds of *Pinus brutia* Ten. *Mesopotamia Journ. Agr.*, Mosul University, vol. 13, n° 1, pp. 79-84, 1978.
- VIDAKOVIĆ N., KARSTINIĆ A. — Contribution to the study of the morphological variability of spontaneous hybrids between Aleppo pine and Brutian pine. *Assise Sc. Ac. Serbe des Sciences et des Arts*, n° 1, Beograd.