CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DE LA RÉPARTITION ET DE L'ÉCOLOGIE DE *PINUS NIGRA* ARN. DANS LE SUD-EST DE L'EUROPE

E.-F. DEBAZAC

Ingénieur en chef du Génie rural, des Eaux et des Forêts ⁽¹⁾

RÉSUMÉ

Pinus nigra Arn. (*sensu lato*) occupe une aire morcelée dans les montagnes de la région méditerranéenne. De nombreuses unités taxinomiques ont été décrites.

L'aire de l'espèce est décrite dans le sud-est de l'Europe, région où elle était jusqu'ici mal connue, avec référence aux conditions écologiques (type de sol et végétation).

- La carte établie confirme le caractère très morcelé de l'aire.
- La répartition des stations primaires est liée aux substrats magnésiens.
- Le gradient bioclimatique de *P. nigra* est très ouvert, ce qui semble indiquer une grande plasticité vis-à-vis du climat.
- La distinction d'unités taxinomiques infraspécifiques fondée sur les seuls critères géographiques n'est pas justifiée.

1. — INTRODUCTION

L'espèce *P. nigra* Arn. est souvent citée comme un exemple typique d'espèce à aire morcelée (Emberger, 1960). (OZENDA, 1964).

En effet, il existe dans les montagnes de la région méditerranéenne des peuplements naturels de Pins qui présentent tout un ensemble de caractères communs et qui peuvent ainsi être rattachés à une unité taxinomique *P. nigra* dont la réalité est incontestable.

Ces peuplements se rencontrent aussi bien en Europe méridionale, depuis l'Espagne jusqu'aux Rhodopes, qu'en Asie mineure (Turquie, Crimée), dans les îles de la Méditerranée occidentale (Corse et Sicile) et de la Méditerranée orientale (Thassos,

⁽¹⁾ Directeur de la Station d'Ecologie forestière au C.N.R.F. (1964-1966). Directeur du Projet P.N.U.D./O.A.A., GRE. 20, à Athènes, Grèce.

Lesbos, Samos, Chypre) et enfin, en deux points de l'Afrique du Nord, dans le Rif et le Djurdjura.

Cependant, en raison précisément du morcellement de l'aire, il existe entre les diverses formes géographiques de cette espèce que l'on peut qualifier de collective, des différences telles que ces formes ont pu être décrites selon des rangs taxinomiques très divers.

Les rapports entre ces formes géographiques présentent un grand intérêt scientifique puisqu'ils apparaissent comme l'expression de l'évolution de l'espèce au cours de son histoire, connue depuis le tertiaire. Mais la connaissance des différentes formes présente aussi un grand intérêt pratique.

En effet, dans le cours du développement de la Sylviculture artificielle, *P. nigra* s'est révélé depuis le début du XIX^e siècle comme une des principales essences de reboisement en Europe. Ce Pin est largement utilisé dans tous les pays de l'Europe moyenne et méridionale pour des reboisements de production et de protection. En ce qui concerne la France, en particulier, il suffit de rappeler qu'il a constitué le matériel de reboisement le plus important pour la reforestation, souvent dans des conditions difficiles, dans les Alpes méridionales, les plateaux et les coteaux de l'Est, la bordure calcaire du Sud du massif central. Une utilisation analogue est faite en Italie, en Autriche, en Yougoslavie, en Bulgarie, en Hongrie et en Grèce.

En fait, c'est l'utilisation intensive du Pin noir en reboisement au fur et à mesure qu'augmentait l'expérience pratique acquise, qui a appelé l'attention sur les différences, du point de vue sylvicole, entre les sous-espèces et variétés géographiques pourtant très proches du point de vue botanique systématique.

Or, la sélection des meilleures sources de graines est un des moyens pour améliorer les opérations de reboisement. Ce choix doit être guidé par les résultats d'expériences de provenances dont l'objectif est d'établir des classements, selon des critères définis, des provenances pouvant être utilisées dans différentes situations écologiques.

Il est sans nul doute nécessaire de poursuivre de telles recherches, quoique beaucoup soient déjà en cours dans de nombreux pays, car ces classements, avec l'introduction de nouvelles provenances ou des implantations dans de nouvelles situations écologiques doivent toujours être complétés.

De telles recherches constituent d'ailleurs une des méthodes actuelles de la biosystématique au sens où elle est entendue maintenant, comme l'a précisé, par exemple CALLAHAM (1963).

Or, le résultat des expériences de provenances dépend évidemment du choix des provenances retenues au départ pour l'expérimentation. Ainsi, la connaissance de l'aire naturelle de l'espèce est un premier pas indispensable.

Il se trouve que ce sont les peuplements naturels d'Autriche, de Corse et de Calabre qui ont constitué jusqu'à présent les principales sources de graines, concurremment maintenant avec les peuplements artificiels devenus fertiles. Cette situation s'est créée sans doute à l'origine en raison de l'existence de certains courants commerciaux mais s'est confirmée aussi à la suite d'une expérience déjà longue, même si cette expérience n'a pas les caractères d'une expérimentation rigoureuse. Cependant, il faut constater que les sources de graines citées ci-dessus se trouvent dans des régions marginales, si l'on considère la distribution d'ensemble de l'espèce.

Ainsi, les peuplements de Corse et de Calabre représentent des entités géographiques marquées par un fort endémisme, pouvant être assez bien délimitées et de superficies relativement modestes, évaluées à 22.000 ha en Corse et à 50.000 ha environ en Calabre. D'autre part, les peuplements d'Autriche constituent les stations extrêmes vers le nord-ouest de l'aire du Pin noir en Europe du Sud-Est.

Or, les plus grandes masses de forêts de Pin noir se trouvent en Espagne, dans le Sud-Est de l'Europe et en Asie mineure. En effet, la superficie totale est évaluée à 400.000 ha en Espagne et un chiffre supérieur à 1 million d'ha est avancé pour les peuplements de Turquie.

Quoiqu'il n'y ait aucun rapport évident entre l'intérêt d'une source de graines et l'extension de ses peuplements, il apparaît que les forêts naturelles de *Pinus nigra* des trois régions précitées, à savoir : Péninsule Ibérique, Sud-Est de l'Europe, et Turquie, méritent d'être explorées dans cette perspective.

Le but de la présente publication est de donner une description géographique et écologique de la distribution de *P. nigra* dans le Sud-Est de l'Europe pour compléter des études qui avaient été faites précédemment, dans d'autres régions de l'aire (DÉBAZAC, 1963, 1964 et 1966). Ces études qui ont nécessité de nombreux voyages depuis 1964, n'ont pu être effectuées que grâce à la cordiale coopération qui a été trouvée chez les nombreux collègues des Instituts de Recherches Forestières et des Services Forestiers en Autriche, en Yougoslavie, en Roumanie, en Bulgarie et en Grèce (1).

2. — RÉPARTITION ET ÉCOLOGIE DE *PINUS NIGRA* DANS LE SUD-EST DE L'EUROPE

2.1. — Généralités

A l'intérieur d'une aire naturelle, tous les peuplements spontanés d'une espèce forestière n'ont pas nécessairement la même valeur du point de vue écologique et du point de vue bio-systématique.

En effet, les peuplements actuels ne sont pas seulement le résultat du jeu de la compétition naturelle au cours de l'histoire de la végétation jusqu'à nos jours. L'influence humaine peut aussi avoir déjà troublé ces équilibres naturels depuis longtemps. C'est le cas certainement de *Pinus nigra* qui se trouve précisément dans des régions marquées depuis des millénaires par l'histoire humaine. La distribution géographique actuelle de *Pinus nigra* est ainsi fortement influencée par l'action de l'homme. Si dans certains cas, son aire a pu être diminuée par l'action destructrice de l'homme, dans d'autres cas, peut-être plus nombreux, cette essence a au contraire bénéficié indirectement de l'influence humaine. Il est bien connu en effet que *Pinus nigra* a souvent les caractères d'une espèce relique, c'est-à-dire d'une espèce qui, après avoir connu une

(1) Nos remerciements vont particulièrement aux Autorités yougoslaves qui avaient bien voulu organiser à notre intention en 1964 un voyage d'étude dont l'objet était l'étude des stations spontanées de Pin noir — et aux Autorités helléniques et à la F.A.O. qui ont bien voulu nous autoriser à inclure dans cette publication des éléments recueillis au cours des opérations du Projet F.A.O./Fonds Spécial/G.R.E. — 20 « Renforcement de l'Institut de Recherches Forestières d'Athènes ».

grande extension, a vu son importance décroître au bénéfice d'autres espèces plus dynamiques, à la suite des vicissitudes géologiques et climatiques et qui, finalement n'a pu se maintenir que dans des stations très limitées, où, pour diverses raisons, elle a pu résister à la compétition.

Ces stations reliques, souvent en raison du relief accidenté, se sont trouvées ainsi protégées par-là même de l'action humaine. Mais, ultérieurement, elles ont pu jouer le rôle de foyers de dissémination, à partir desquels, comme dans un mouvement de flux et de reflux le Pin s'est propagé. Des stations voisines, occupées primitivement par des groupements végétaux dont le Pin noir était absent ont pu être, lorsque ces derniers groupements végétaux ont été détruits ou endommagés, converties en pineraies secondaires.

Aussi, dans l'aire actuelle de *P. nigra*, il est important d'essayer de distinguer les stations primaires de l'espèce des pineraies secondaires, formations végétales d'extension, qui se sont substituées à d'autres groupements végétaux, tels des forêts feuillues.

Il faut ajouter que les pineraies artificielles, toutes de création récente puisque la très grande majorité ont moins d'un siècle, ne peuvent qu'exceptionnellement à l'heure actuelle être un élément de confusion.

Si, dans la partie occidentale de l'aire de *P. nigra*, il est assez facile de délimiter des divisions correspondant à de grandes unités géographiques, une telle distinction est beaucoup plus difficile dans la partie orientale. Une carte, comme celle de CRITCHFIELD et LITTLE (1966) montre bien le morcellement extrême de l'aire du *Pinus nigra* dans l'ensemble des Balkans et de la Turquie, dans des systèmes montagneux s'imbriquant les uns dans les autres depuis les Alpes orientales jusqu'au Caucase et au Taurus. Pour la description de l'aire de l'espèce dans le Sud-Est de l'Europe, nous nous sommes finalement arrêtés aux divisions suivantes qui nous ont paru les plus expressives, sans préjuger d'aucune subdivision biosystématique :

- Basse-Autriche,
- Alpes de Carniole, des Karawanken, du Frioul et Alpes Juliennes,
- Les plissements dinariques,
- Les Carpates occidentales et le centre des Balkans,
- Les chaînes montagneuses à l'Est du Vardar, de la Macédoine à la Thrace,
- Les îles et presqu'îles de Macédoine et de Thrace,
- Les massifs montagneux du Sud de la Macédoine et de Thessalie,
- La chaîne du Pinde,
- La Grèce méridionale.

2.2. — Basse-Autriche

Les peuplements de *P. nigra* en Autriche présentent un intérêt particulier pour les forestiers français puisqu'ils constituent les souches originelles de beaucoup de peuplements artificiels plantés chez nous à partir de la deuxième moitié du XIX^e siècle.

En fait, dans l'aire naturelle de l'espèce en Autriche, il convient de distinguer deux régions (cf. carte, Stations n^{os} 1 et 2). *P. nigra* existe, d'une part, en Basse-Autriche, sur les contreforts de la chaîne alpine, au contact de la plaine austro-hongroise. Il s'agit de la station la plus septentrionale de toute l'aire. L'étendue de ces premiers peuplements est estimée à 80.000 ha. D'autre part, *P. nigra* existe dans un petit nombre de stations des Alpes de Carniole, notamment en un point au nord de Gail ainsi que sur les versants nord de la chaîne des Karawanken (BENZ, 1915 ; AICHINGER, 1933,

1951). Ces dernières stations, dont la superficie ne mérite souvent pas d'être évaluée car ce sont plutôt des bouquets d'arbres, doivent être rattachées, du point de vue phytogéographique, aux autres stations voisines, ayant les mêmes caractères sporadiques, des Alpes du Frioul en Italie et des massifs montagneux de la Slovénie.

Dans l'aire actuelle de *P. nigra* en Basse-Autriche, il convient tout d'abord de séparer, compte tenu de l'objet de la présente étude, les peuplements d'origine artificielle connue. Cette essence a été en effet utilisée en Autriche même, dès le milieu du XVIII^e siècle et surtout au XIX^e siècle pour le reboisement des terres les plus pauvres de la plaine bordant immédiatement à l'Est les dernières hauteurs des Alpes. Les boisements du Steinfeld, entre Neunkirchen et Wienerneustadt, sont les plus célèbres car ils ont été entrepris à l'initiative de l'Impératrice Marie-Thérèse.

En outre, dans les peuplements naturels eux-mêmes, il faut essayer de séparer les stations primaires, où *P. nigra* existait avant l'intervention de l'action humaine, et les stations secondaires que *P. nigra* a conquis à proximité par propagation naturelle en s'installant dans des groupements végétaux modifiés par l'homme. L'analyse phytosociologique permet d'apporter quelques éléments pour cette interprétation et montre comment l'aire naturelle du Pin d'Autriche a pu s'étendre à partir de stations primaires qui ont constitué des noyaux de dissémination.

L'aire du Pin en Basse-Autriche ⁽¹⁾ est entièrement située sur les pentes orientales des Alpes calcaires du nord, dont les dernières collines constituent le Wienerwald, aux abords de la ville de Vienne, avant la vaste plaine austro-hongroise qui s'étend vers l'Est. Le point culminant de cette chaîne est le Schneeberg (2 075 m), à l'Ouest de Neunkirchen. C'est précisément sur les flancs sud du Schneeberg que se trouve la limite sud-ouest de l'aire du Pin en Basse-Autriche, le long de l'Höllenthal, une des vallées qui entaillent la bordure montagneuse et débouchent dans la plaine. Le Pin se rencontre sur les rebords Est du massif qui s'étend depuis Gloggnitz, au Sud, jusqu'aux environs immédiats de Vienne au Nord, soit sur une distance de 70 km. Les stations les plus éloignées de la plaine ne s'en trouvent pas à plus de 25 km. Le caractère essentiel de l'ensemble de cette région est sa situation de premier versant montagneux exposé à l'Est. Il s'agit d'une zone de contact particulièrement nette entre, d'une part, des influences occidentales et montagnardes et, d'autre part, des influences orientales sud-européennes et, de ce fait, continentales, et, dans une certaine mesure, subméditerranéennes. Le long des versants directement à l'exposition Est, le gradient écologique en rapport avec l'altitude est extrêmement rapide entre la plaine, à guère plus de 200 m d'altitude, et l'étage montagnard bien caractérisé par la végétation au-dessus de 800 m d'altitude. La façade montagneuse, dont l'orientation générale est S.O.-N.E., est par ailleurs entaillée par une succession de vallées dont les axes sont Ouest-Est. Aussi, les influences orientales frappent d'abord directement les faces Est mais ont tendance à remonter en outre dans ces vallées. Sans entrer dans une analyse climatologique régionale, mentionnons par exemple que les précipitations sont de 650 mm à Mödling, à 240 m d'altitude, et s'élèvent déjà à 1 000 mm à Gloggnitz, au débouché de la vallée la plus méridionale de la région considérée. Le mois de juillet est à la fois le mois le plus chaud et le plus pluvieux.

(1) L'aire a déjà été décrite avec précision par SECKENDORFF (1881).

Au gradient précité se superpose en outre une disposition géologique remarquable : Dans la structure compliquée de cette bordure alpine, où se rencontrent des formations sédimentaires tertiaires, des affleurements du Crétacé et du Jurassique, l'élément dominant pour la répartition du Pin est l'importance des formations triasiques avec deux faciès principaux, l'un calcaire et l'autre dolomitique. C'est le calcaire dolomitique qui constitue les falaises impressionnantes telles que celles du versant Sud du Schneeberg ou de Höhewand, stations typiques du Pin. Le faciès dolomitique se rencontre aussi en bordure même de la plaine, sur les premières pentes.

Les stations primaires de *P. nigra*, qui se trouvent entre 250 m et 1 200 m d'altitude, sont étroitement liées à l'exposition puisqu'elles sont sur les versants Est, et en même temps au substratum géologique, sur le trias calcaire et dolomitique.

Les pineraies qui peuvent être considérées comme primaires sont celles où *P. nigra* se trouve, soit pur, soit en mélange avec une des essences feuillues principales, c'est-à-dire Chêne pubescent et Hêtre, à vitalité amoindrie. La coexistence du Pin et d'une espèce feuillue vigoureuse apparaît en effet improbable dans un groupement climatique, car la régénération du Pin à l'intérieur d'un tel groupement en équilibre floristique ne pourrait se faire naturellement. De tels peuplements mixtes, certes fréquents, ne sont donc que des formations d'origine anthropogène qui doivent être interprétées comme une zone d'extension du Pin.

Les caractères de ces pineraies primaires peuvent être précisés grâce aux travaux des écologistes forestiers autrichiens ⁽¹⁾.

Il est possible de les présenter schématiquement de la façon suivante d'après ce que nous avons pu observer plus spécialement dans la partie centrale de l'aire, dans les pineraies situées au Sud de Baden :

Ces pineraies abritent, sous la strate arborescente constituée uniquement par le Pin, une strate frutescente abondante. Ces arbustes sont : *Sorbus aria*, *Amelanchier ovalis*, *Cotoneaster tomentosus*, *Viburnum lantana* et *Cornus mas*, toutes espèces thermophiles qui sont souvent considérées comme les compagnes du Chêne pubescent. La flore herbacée est particulièrement riche. Parmi les espèces les plus caractéristiques, il faut citer : *Globularia cordifolia*, *Teucrium montanum*, *T. chamaedris*, *Sesleria varia*, *Melica ciliata*, *Stipa pennata*, *Potentilla arenaria*, *Leontodon incanus*, *Thymus alpigenus*, *Phyteuma austriaca*, *Dorycnium germanicum*, *Genista pilosa*, *Polygala chamaebuxus*, *Cynanchum vincetoxicum*. Deux faciès extrêmes peuvent y être distingués : un faciès très sec, sur des sols de rendsine très superficiels, caractérisé floristiquement par la présence de *Carex humilis* ; un faciès relativement plus humide, avec une plus grande profondeur de sol, avec toujours un sol du type rendzine, caractérisé par la présence de *Erica carnea* pouvant devenir d'une très grande abondance. Le premier faciès est évidemment représenté aux altitudes les plus basses, entre 250 et 400 m. Le second faciès est plus largement répandu jusque vers 700 m d'altitude.

(1) Parmi les nombreuses publications, il faut mentionner les suivantes : KNAPP (1942), WAGNER (1942), WENDELBERGER (1962), AICHINGER (1933) (1951) et les études de la Station de Recherches forestières de Marianbrunn-Schönbrunn (études des stations et cartographie, fasc. 1 (H. JELEM) 1960, fasc. 4 (H. JELEM) — 1961, fasc. 8 (JELEM H., KILIAN W. et ZUKRIGL K.) (1962), fasc. 9 (JELEM H. et ZUKRIGL K.) (1962), fasc. 12 (KILIAN W.) (1964).

En outre, sur les versants les plus rocheux tels ceux de Höhewand dont la crête s'élève à près de 1.000 m, au sommet d'une falaise, le Pin se rencontre au milieu d'un groupement dont la caractéristique est d'être lié à des sols de pente, constamment rajeunis, où la concurrence entre les espèces ne peut pas jouer de la même façon que dans le cas d'un sol stabilisé. En même temps que *P. nigra*, les petits gradins de la falaise portent des arbustes et des espèces de la chênaie pubescente : *Quercus pubescens*, *Sorbus aria*, *Prunus mahaleb*, *Coronilla emerus*, *Polygonatum officinalis*, *Cynanchum vincetoxicum*. Le contraste est grand avec la sapinière-hêtraie immédiatement voisine sur le plateau.

Cependant, comme il a été dit plus haut, le Pin d'Autriche entre aussi dans la composition de forêts mixtes en mélange avec le Chêne pubescent et le Hêtre. Dans ces groupements, beaucoup des espèces arbustives et herbacées précédemment citées accompagnent encore *P. nigra*. Mais il s'ajoute alors d'autres espèces qui permettent de les distinguer.

Ainsi, dans les stations de basse altitude, tout d'abord, soit jusqu'à 550 m, *P. nigra* s'introduit dans la forêt de chêne pubescent. Un arbuste alors abondant est *Cotinus coggygria*. La flore herbacée est là encore très riche car, à côté de la plupart des espèces déjà mentionnées dans les pineraies primaires, se rencontrent aussi de nouvelles espèces propres à la chênaie pubescente sur sols rendsiniformes ou *terra fusca* peu profonde. C'est le cas de *Carex halleriana*, *C. digitata*, *C. ornithopoda*, *Brachypodium pinnatum*, *B. silvaticum*, *Melica nutans*, *Melittis melissophyllum*, *Polygonatum officinale*, *Lithospermum pur. coeruleum*.

Dans les stations plus fraîches, à altitudes plus élevées, le Pin d'Autriche se mélange à un type de hêtraie sèche. Il est encore accompagné par bien des espèces de son groupement initial, mais de nouvelles espèces caractérisent ces groupements. Ce sont par exemple *Carex alba*, *Cyclamen europeum*, *Convallaria maialis*, *Bromus ramosus*, *Cephalantera rubra* et *C. ensifolia*, *Galium silvaticum* et *Euphorbia amygdaloides*.

Enfin, le Pin d'Autriche s'introduit également dans un type de hêtraie plus montagnard où il se rencontre non seulement avec le Hêtre, mais encore avec le Pin sylvestre, le Mélèze, les grands Erables. Dans ce cas, les espèces de la pineraie primaire disparaissent à peu près totalement alors que se rencontrent les espèces telles *Dentaria enneaphyllos*, *Prenanthes purpurea*, *Senecio fuchsii*, *Viola silvestris*, *Mercurialis perennis*.

En résumé, les peuplements de Pin de Basse-Autriche sont remarquables par les caractères suivants :

- leur situation à la partie la plus septentrionale de l'aire de l'ensemble de l'espèce ;
- leur extension relativement importante, même en tenant compte de la dissémination du Pin dans des formations forestières où il était absent à l'origine ;
- leur isolement géographique puisque les stations les plus proches du Sud de l'Autriche se trouvent à près de 200 km au Sud-Ouest ;

- la localisation des stations primaires sur les escarpements aux expositions Est et Sud de la Bordure des Alpes orientales et sur les substratums calcaires ou dolomitiques comme celà a été indiqué par GAMS (1930) avec un étage-ment en altitude compris entre 250 et 1 200 m.

2.3. — *Les Alpes de Carniole, les Karawanken, le Frioul et les Alpes Juliennes*

Il nous a paru justifié de réunir dans un même groupe géographique les stations de Pin noir qui se trouvent dispersées dans les Alpes de Carniole, la chaîne de Karawanken, le Frioul et les Alpes Juliennes, quoique situées sur trois territoires nationaux différents en Autriche, en Italie et en Yougoslavie.

Ces Stations ont, en effet, en commun, leur localisation dans une région de Hautes-Montagnes à relief très accidenté. Elles sont toujours de petites superficies et sont en réalité plutôt des groupes d'arbres que des peuplements forestiers. Elles sont liées à des sites rocheux sur des substrats dolomitiques.

Les stations situées en territoire italien ont été décrites par Giacobbe (1937) (cf. carte, Stations n° 3, 4 et 5). Nous rappelons simplement qu'elles se trouvent dans les régions suivantes : tout d'abord, sur les rebords du plateau de Ternova et dans le Val Canale à des altitudes pouvant atteindre 1.500 m ; également, en Carniole sur les pentes rocheuses du Mont Amariana et dans les chaînes pré-Alpines en d'assez nombreuses localités ; de même, à Val Cellina et aussi dans les pré-Alpes de Belluno ; enfin, dans la localité de Bornio qui constituerait la station la plus occidentale. Giacobbe insiste sur les caractères généraux de ces stations qui ne sont que des groupes d'arbres ou des individus isolés sur des pentes rocheuses difficilement accessibles. Le Pin noir apparaît bien comme un pionnier de la végétation forestière, mais aussi comme une relique, à l'abri de la compétition des autres espèces.

Les stations d'Autriche se trouvent, d'une part, dans les Alpes de Villach (cf. carte Station n° 2) et également sur les versants nords de Karawanken. Elles ont été décrites par LENZ (1915) et AICHINGER (1933) (1951). Elles ont les mêmes caractères de stations isolées en terrain rocheux que les stations voisines en Italie.

Nous donnerons un peu plus de détails sur les stations situées en Slovénie.

Le Pin noir se rencontre tout d'abord dans le Nord de la Slovénie, soit dans les Alpes Juliennes, soit dans les Karawanken qui constituent la frontière montagneuse avec l'Autriche. Il se rencontre également dans l'Ouest dans le massif de Trnovski Gozd. Enfin, les Stations de la Slovénie du Sud peuvent être considérées comme des relais avec l'aire du Pin noir en Croatie.

Dans les Alpes Juliennes, à la frontière Italo-Yougoslave, deux stations sont signalées (cf. carte, Stations 6 et 7) : la première, « Strmec Pod Prodelom » se trouve dans la vallée supérieure de la rivière Koritnica, affluent de la rive droite de la Soča, au Nord de la localité de Bovec. La seconde, dans l'Est du massif, est dans les pentes abruptes de la Sava Bohinjka, entre les localités de Nomenj et Soteska. Le Pin noir s'y rencontre par pieds isolés, au milieu d'une chênaie-hêtraie thermophile.

Sur les contreforts Sud des Karawanken, le Pin noir est signalé au Nord de Zvornica au Nord-Est de Bégunje, et dans la vallée de la Kroka, au Nord-Est de Kranj (cf. carte Stations 8 et 9). Ces stations ont été décrites par JURHAR (1960).

Dans le massif montagneux de Trnovski Gozd (cf. carte Station n° 10), dont le point culminant atteint 1.495 m d'altitude, entre Ljubljana et Gorica, le Pin noir existe sur le rebord Nord-Est, très abrupt et difficilement accessible du plateau supérieur, au-dessus de la vallée de Gornja Trebusa, près de la localité de Cepovan. Les peuplements de la même région mais sur la bordure Sud et Sud-Ouest du massif, au Sud de Lovke, où le Pin noir existe en mélange avec le Pin sylvestre et des feuillus (*Quercus pubescens*, *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia*, *Quercus cerris*, *Sorbus aria*, *Prunus mahaleb*) ne sont peut-être pas spontanés ⁽¹⁾.

Le Pin noir se rencontre encore dans des stations isolées, d'une part, dans les gorges de la rivière Iska, à 20 km au Sud de Ljubljana et, d'autre part, dans la vallée supérieure de la Kolpa qui constitue la limite de la Slovénie, à Borovec de Kolpi au Nord-Est de la localité d'Osilnica, cf. carte, Stations n° 11 et 12). Le boisement de Pin noir de cette dernière localité était étendu mais il a été parcouru ces dernières années par l'incendie. Le Pin noir se rencontre sur les pentes escarpées du massif de Planina dont les points culminants sont les sommets de Cerk (1 188 m) et de Krempa (941 m).

Au point de vue phytosociologique, les peuplements de Pin noir de Slovénie peuvent être rattachés à un groupement principal. Ainsi, sur les terrains dolomitiques, entre 300 et 800 m d'altitude, le Pin noir existe dans un ensemble floristique décrit par TOMAZIC (1940-1949) sous le nom de *Pineto-genistetum triangularis*, rattaché à l'ordre *Orno-Ericion* par HORVAT (1957). Nous avons pu voir ce type de peuplement dans la station des gorges de l'Iska dans la forêt de Mokreč, où le Pin noir est dispersé sur une superficie de 4 ha seulement sur des falaises abruptes taillées par la rivière dans les terrains dolomitiques. Le Pin noir s'y rencontre entre 400 et 600 m. Dans l'ensemble de ce massif forestier, les essences dominantes sont le Hêtre et l'Epicéa. Le Pin sylvestre est également abondant. Mais sur les terrains dolomitiques à relief toujours accidenté s'installe une flore thermophile : *Quercus pubescens*, *Ostrya carpinifolia*, *Cotinus coggygria*, *Amelanchier ovalis*, *Sorbus aria*, *Fraxinus ornus*, *Viburnum lantana* et *Ligustrum vulgare*. Dans la strate sous frutescente et herbacée, on trouve à côté de *Genistra triangularis* (*G. januensis*), *Erica carnea*. C'est à ce groupement végétal que doivent être rattachées les stations de Slovénie. Seules celles des Alpes de Karawanken en diffèrent. En effet, dans ces dernières, le Pin noir existe dans l'association décrite d'abord par AICHINGER (1933), puis par BRAUN-BLANQUET et SISSING (1939) sous le nom de *Pineto-austroalpinum*. Ces stations sont à rapprocher de certains groupements plus montagnards décrits en Autriche.

Pour résumer les caractères des différentes Stations citées dans cette région des Alpes de Carniole, des Karawanken, du Frioul et des Alpes Juliennes, on peut dire que *Pinus nigra* se trouve là dans des localités assez nombreuses, mais toujours de petites superficies, dans des stations de relief accidenté et sur des substrats dolomitiques. Il s'y rencontre en même temps qu'un groupe d'espèces appartenant à la zone des feuillus thermophiles qui y constituent des îlots au milieu d'une végétation montagnarde dominante. Les principales espèces de ce groupe sont : *Quercus pubescens*, *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia*, *Sorbus aria*, et *Amelanchier ovalis*. En outre, la présence de *Erica carnea* est presque constante.

(1) Lettre personnelle du Professeur WRABER, de Ljubljana.

2.4. — Les plissements dinariques

Nous rattachons à cette région géographique, l'ensemble des stations qui se rencontrent depuis le Nord-Ouest de la Croatie, c'est-à-dire depuis Rijeka jusqu'au Centre du Montenegro, au Sud (cf. carte). Ces stations sont donc situées dans les différentes Républiques de Yougoslavie : Croatie, Bosnie-Herzégovine, Serbie et Montenegro.

Les peuplements des plissements dinariques se rattachent vers le Nord à la « chaîne » du Pin noir par les relais du Sud de la Slovénie que nous avons cités.

Vers le Sud, au contraire, il y a une interruption de l'aire entre les stations du Centre du Montenegro et celles de Macédoine car le Pin noir ne se retrouve qu'au Sud de Skopje, au-delà de la dépression du Bassin de Métohia.

Pour une meilleure compréhension de la distribution du Pin noir dans cette région, du point de vue phytogéographique, il nous paraît commode, en tenant compte des traits principaux du relief et du climat, de les situer dans les trois domaines différents suivants :

— Certaines stations sont situées sur le littoral de la Dalmatie à faible altitude dans une ambiance méditerranéenne. Ce sont, d'une part, celles de la région de Senj, à 60 km au Sud de Rijeka et, d'autre part, celles des îles de Brač, Hvar et Korčula et de la presqu'île de Peljesac au Sud de Split (cf. carte Stations 14 à 20).

— D'autres stations sont situées à plus haute altitude sur les chaînes montagneuses qui partout bordent le littoral adriatique. C'est le cas des stations au Nord de Rijeka et surtout des montagnes de Velebit et de Biokovo, près de Makarska (cf. carte, Stations n° 13, 21 et 22). Ces montagnes constituent des zones de transition soumises sur leur versant occidental à des influences méditerranéennes et sur leur versant oriental à des influences continentales.

— Les peuplements les plus importants par leur superficie se trouvent toutefois précisément au cœur des montagnes à influence continentale dominante. Ce sont ceux de Croatie, de Bosnie, de Serbie et du Montenegro (cf. Stations 23 à 34).

Ces trois subdivisions géographiques seront examinées successivement :

2.41. Le Littoral Adriatique.

Les stations les plus au Nord sont sur les piedmonts de la chaîne de Velebit. Elles ont été étudiées par ANIC (1957). Le Pin noir constitue tout d'abord un petit massif d'une vingtaine d'hectares, entre 250 et 450 m d'altitude, dans la forêt de Borovo, au lieudit Rončevica Doča, à peu de distance de la route Senj-Plitviče (cf. carte, Station n° 14). Les Pins y sont peu vigoureux, avec une hauteur maximale de 12 m. Le Pin noir est accompagné d'une flore de la chênaie pubescente, avec *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia*, *Sorbus aria*, *Amelanchier ovalis*, *Acer obtusatum*. Dans le sous-bois existent en très grande abondance *Erica carnea* et *Rosa pendulina* L.

Le Pin noir existe aussi dans deux autres stations de la région au Sud de Senj (cf. carte, Station n° 15). Tout d'abord, dans le canton de Mala Grabova, près de Jurjevo, où le peuplement de Pin noir est remarquable car il s'étend depuis le niveau de la mer jusqu'à 500 m d'altitude. Les pins y sont de petite taille, accompagnés là encore d'une flore de la chênaie pubescente. Nous y avons noté *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia*,

Carpinus orientalis, *Acer monspessulanum*, *Amelanchier ovalis*, *Prunus mahaleb*, *Pistacia terebinthus*, *Rhamnus rupestris*, *R. intermedia*, *Sorbus aria*, *Juniperus oxycedrus*, *Cotinus coggygria*. L'abondance de *Cotinus coggygria* et de *Carpinus orientalis* est remarquable.

Le peuplement de Pin noir est un peu plus étendu à Iliačevića, dans le canton dit « Borova Draga » (vallée des Pins), où il occupe environ 120 ha, entre 100 et 500 m d'altitude. Les sujets les plus élevés ont 12 m de haut et ont un port tabulaire très caractéristique. Le Pin noir est accompagné d'une flore très complète de chênaie pubescente. Le peuplement résineux est en effet mélangé à un sous-étage feuillu avec *Quercus pubescens*, *Fraxinus ornus*, *Acer monspessulanum*, *Acer obtusatum*, *Prunus mahaleb*, *Ostrya carpinifolia*, *Sorbus aria*, *Amelanchier ovalis*, *Cotinus coggygria*, *Rhamnus intermedia*, *R. rupestris*, *Cornus mas*. Une note plus méditerranéenne est donnée par la présence de *Pistacia terebinthus*. Sous le peuplement est installée une pelouse à *Bromus erectus* avec *Teucrium chamaedris*, *Edianthus tenuifolius*, *Satureia montana*, *Globularia bellidifolia*.

Plus au sud, les stations de Pin noir dans la partie moyenne du littoral adriatique sont au nombre de quatre : celles des Iles de Brač, de Hvar et de Korčula et celle de la presqu'île de Pelječac (cf. carte, Stations n° 17 à 20). Ces stations ont été mentionnées depuis longtemps par VISIANI (1842), qui créa précisément pour le Pin de cette région le binôme *P. dalmatica*. Celle de l'île de Brač est la plus importante en étendue puisque le Pin noir y occupe environ 1 350 ha. Dans l'île de Hvar, le Pin noir constitue un massif de 150 ha. A Pelječac, la pineraie a environ 430 ha.

L'intérêt de ces stations vient de leur isolement relatif dans un domaine floral et climatique nettement méditerranéen. Cependant, il faut remarquer que ces stations sont à peu de distance de certaines autres du continent voisin telle la station de Biokovo qui constitue un chaînon vers les autres stations, soit de Croatie, soit d'Herzégovine.

Nous n'avons visité que les forêts de la presqu'île de Pelječac. Pour comprendre la situation de ce massif, il faut préciser les différents étages de végétation que l'on rencontre dans cette région montagneuse au-dessus de la localité d'Orebić dont le point culminant, le Prophète Ilya, atteint 990 m d'altitude à quelques kilomètres de la mer seulement.

Sur le versant Sud-Sud-Ouest, jusqu'à 450 m d'altitude, un étage méditerranéen inférieur peut être caractérisé par la présence de *Quercus coccifera*, dont certains sujets ont 7 à 8 m de haut et dont ce serait la seule station sur le littoral adriatique. Le Chêne kermès est accompagné par *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*, *Euphorbia spinosa*, *Genista sericea*, etc... Au-dessus de 450 m d'altitude, apparaissent les éléments de l'étage du Chêne vert avec *Quercus ilex*, *Pistacia terebinthus*, *Phillyrea media*. A l'occasion de changement d'exposition, des îlots de végétation subméditerranéenne s'installent avec *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia*, *Coronilla emeroides*, parmi lesquels sont disséminés quelques sujets de Pin noir. Toutefois, le peuplement le plus dense de Pin noir qui occupe 250 ha environ sur les versants Nord du Mont des Vipères et de Saint-Ilya se trouve à altitude plus élevée et atteint la cote 900. Les arbres les plus hauts ont 10 à 11 m faisant rapidement la « table ».

La flore de cette pineraie renferme des éléments de la chênaie d'yeuse : *Quercus ilex*, *Phillyrea media*, *Clematis flammula*, *Pistacia terebinthus*, *Ruscus aculeatus*, mais également des éléments subméditerranéens tels que *Fraxinus ornus*. Sous la Pineraie dense s'installe une pelouse à *Bromus erectus*, *Brachypodium ramosum*, *Teucrium cha-*

maedris, *Astragalus illyricus*, *Dorycrum germanicum*, avec aussi en abondance *Erica verticillata* et *Salvia officinalis*.

Vers le sommet se trouvent quelques chênes pubescents et dans les rochers, *Prunus mahaleb* en abondance. Cette végétation a été décrite par Horvatic (1958) qui fait de la Pineraie de Pelječac une sous-association de celle à *Genisto-ericaetum verticillatae*. Parmi les caractéristiques de cette association se trouvent *Genista sericea*, *Asperula scutellaris*, *Genista silvestris*. Les différentielles de la sous-association sont *Fraxinus ornus*, *Pinus dalmatica*, *Carex humilis*, *Hedera helix*, *Teucrium chamaedris*, *Ostrya carpinifolia*, *Acer monspessulanum*, *Prunus mahaleb*, *Coronilla emeroides*. Ces différentielles sont pour beaucoup des éléments de l'étage subméditerranéen.

HORVATIC (1958) a décrit également la végétation des pineraies des Iles de Hvar et de Brač. Selon cet auteur, ces pineraies ne constituent pas des groupements individualisés mais seulement des sous-associations ou des faciès d'autres groupements. Ainsi, un relevé cité pour Hvar donne un exemple de peuplement de Pin noir à 300 m d'altitude installé sur une garrigue à *Rosmarinus officinalis* et *Erica multiflora*, avec *Quercus ilex*, *Erica verticillata*, *Pinus halepensis*, *Juniperus oxycedrus*. D'autres relevés de l'île de Brač montrent que le Pin noir peut se superposer aux pelouses de dégradation à *Salvia officinalis* et *Festuca vallesiaca*, largement développées sur la côte dalmate méridionale (*Stipeto salvietum*) ou encore se mélanger à une végétation subméditerranéenne avec *Ostrya carpinifolia*, *Acer monspessulanum*, *Fraxinus ornus*, *Rhamnus intermedia* avec dans la strate herbacée *Sesleria autumnalis* (*Seslerieto ostryetum*).

Enfin, les peuplements de l'île de Korčula ont été signalés par JOVANCEVIC (1961). Le Pin noir dans cette île existe dans trois localités : au sommet et sur les versants nord des montagnes de Hidro (altitude 520 m), de Klupla (alt. 568 m) et de Drvodraza Lokva (alt. 536 m). Le Pin noir n'y constitue que quelques bouquets isolés dans une végétation méditerranéenne à feuilles persistantes. Ces formations sont des maquis provenant de la dégradation de la Forêt de Chêne vert avec *Erica arborea*, *Erica verticillata*, *Cistus villosus* et *C. salviaefolius*.

En conclusion, les stations à basse altitude de la zone littorale adriatique et, notamment, celles des îles montrent que le Pin noir peut exister dans une ambiance de végétation méditerranéenne, mais il n'y a pas de coupure nette avec les stations de demi-montagne puisque à Borovo près de Senj, comme à Pelječac, le Pin noir est aussi accompagné du groupe des feuillus thermophiles si caractéristique.

On ne peut manquer de rapprocher cette situation de l'histoire géologique de l'ensemble de la région qui est marquée par l'effondrement de la fosse adriatique, les îles littorales ne constituant que les sommets des montagnes de l'ancien continent maintenant séparé de la chaîne principale. Ainsi, il est possible que les populations de *P. nigra*, primitivement en zone montagnarde, soient des reliques d'une végétation montagnarde qui se sont trouvées progressivement cernées par une végétation méditerranéenne, au cours d'une évolution de la flore commandée par un phénomène tectonique.

2.42. Les chaînes littorales.

Nous rattachons à ce groupe les stations situées dans les chaînes littorales de Velebit et de Biokovo. Elles sont réparties en quatre groupes géographiques :

— celle de Jelenja, au nord de Rijeka (cf. carte, Station n° 13) ;

- celles du nord du Velebit, à la latitude de Starigrad, soit à 80 km au sud de Rijeka (cf. carte, Station n° 16) ;
- celles du sud du Velebit, au nord-est de Zadar (cf. carte, Station n° 21) ;
- celles de Biokovo, près de Makarska (cf. carte, Station n° 22).

La station la plus septentrionale se trouve au nord de Rijeka (cf. carte, Station n° 13), aux environs de la localité de Jelenja au lieudit Borovica. Cette station, située entre 400 et 700 m d'altitude, est bien connue car elle se trouve dans une région dont la végétation a été cartographiée par HORVAT (1962). Le groupement végétal de la Pinaie a été décrit sous le nom de *Chamaebuxo pinetum croaticum*, avec comme espèces caractéristiques *Erica carnea*, *Helleborus macranthus*, *Polygala chamaebuxus*, *Potentilla caulescens*.

Celles du Nord de Velebit (cf. carte n° 16) sont situées sur une dizaine de kilomètres le long des versants ouest de la première crête principale, à 4-5 km seulement du littoral, elle-même orientée Nord-Sud, dont l'altitude varie de 1 080 m au nord à Borovi Vrh à 1 540 m à Lisac au sud. Une description détaillée de ces stations a été donnée par ANIC (1957). Il faut remarquer que ces crêtes sont constituées par des calcaires dolomitiques, donnant le plus souvent des lithosols dont les affleurements peuvent être suivis le long de la chaîne. Ces peuplements discontinus de Pin noir se trouvent entre 850 et 1 400 m d'altitude. L'analyse phytosociologique qui en a été faite montre qu'ils abritent des éléments de flore communs avec les stations précitées de basse altitude. C'est le cas des arbres et arbustes suivants :

— *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia*, *Acer obtusatum*, *Cotinus coggygria*, *Sorbus aria*, *Amelanchier ovalis*, *Quercus pubescens*.

Mais alors que disparaissent les espèces méditerranéennes, telles que *Acer monspessulanum*, *Juniperus oxycedrus*, la flore de ces pinaies s'enrichit des espèces de la zone montagnarde telles le Hêtre et de nombreuses espèces herbacées associées à la Hêtraie et même des espèces de la zone subalpine, telles que *Juniperus nana*, *Rosa spinosissima*, *Nardus stricta*. Les relevés floristiques font apparaître aussi des espèces signalées déjà dans les stations des Alpes de Carniole et de Slovénie, telles que *Genista januensis* et *Polygala chamaebuxus*.

Les peuplements de la partie sud de la chaîne de Velebit se trouvent dans la forêt de Pakleniča (voir carte n° 21) qui a reçu un statut de Parc national. Le point culminant de ce massif est Vaganski vrh (1 758 m) à moins de 10 km de la mer adriatique. Ainsi, en quelques kilomètres depuis le littoral, différents étages de végétation sont représentés : au-dessus d'une brousse très claire à *Paliurus australis* qui occupe le bas des pentes où la végétation a été fortement dégradée par une intense action humaine, l'étage subméditerranéen à feuillus à feuilles caduques est bien développé. Il peut être caractérisé par la présence de *Carpinus orientalis* et *Fraxinus ornus*. Au-dessus de 400 m d'altitude apparaît une hêtraie thermophile avec *Ostrya carpinifolia*, *Acer obtusatum*, accompagnée d'une strate herbacée où abonde *Sesleria autumnalis* Scop. C'est dans cet étage que se trouve la forêt de Pin noir qui occupe environ 1 000 ha. Les peuplements assez denses se rencontrent jusqu'à 900 m d'altitude, mais des sujets isolés ou par petits bouquets montent jusqu'à 1 000 m d'altitude. Les crêtes sont occupées par une végé-

tation claire à *Juniperus nana*. Comme dans les autres stations de la chaîne de Velebit, les éléments des feuillus thermophiles sont abondamment représentés : *Fraxinus ornus* est très commun. Le Chêne pubescent est accompagné de *Ostrya carpinifolia*, *Acer monspessulanum*, *Prunus mahaleb*, *Amelanchier ovalis*, *Sorbus aria*. Dans la pineraie dense qui a été autrefois pâturée, la strate herbacée constitue une pelouse avec *Bromus erectus*, *Sesleria autumnalis*. Les arbres y atteignent 20 m de hauteur totale. Mais certains sujets peuvent atteindre exceptionnellement 30 m. Dans une parcelle incendiée en 1947, nous avons vu le Pin noir se régénérer abondamment en mélange avec *Acer obtusatum* et *Ostrya carpinifolia*.

Il faut noter que les stations de Pin noir de Paklenića se trouvent encore sur des calcaires dolomitiques.

Les stations de Biokovo (cf. carte n° 22) ont une situation semblable à celles de Velebit. La chaîne de Biokovo longe, en effet, le littoral adriatique à la latitude de Makarska. Son orientation est Nord-Ouest - Sud-Est. Les altitudes des différents sommets qui constituent la ligne de crête, à 5 km du rivage, sont comprises entre 1 200 et 1 450 m. Ces stations ont été décrites par DOMAC (1961). Les principaux peuplements sont à Borovac, Borovik, à Bukovac, Pakline et Nevistina Stijena. Les trois premiers sont situés entre 1 100 et 1 400 m d'altitude, les deux derniers entre 500 et 900 m d'altitude seulement. L'analyse de la végétation fait apparaître des différences floristiques entre ces deux zones altitudinales, les pineraies d'altitude sont accompagnées d'espèces montagnardes telles *Juniperus nana* et de nombreuses graminées de pelouses comme *Sesleria robusta*, *Bromus erectus*, *Festuca duriuscula*. Dans les pineraies de moyenne altitude se retrouvent les espèces feuillues thermophiles (*Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus ornus*) et subméditerranéennes (*Acer monspessulanum*, *Prunus mahaleb*).

2.43. Zone continentale.

C'est à cette zone qu'appartiennent les peuplements de Pin noir les plus importants par leur superficie et leur valeur productive.

En partant du Nord-Ouest vers le Sud-Ouest, et en reprenant les divisions retenues par FUKAREK (1958), la liste suivante des stations peut être établie :

- Massif de Mala Kapele, près de Vrkovine, en Croatie, près de la route Senj-Plitviče (voir carte n° 23) et le massif de Pljecivića (voir carte n° 24).
- Nord de la chaîne de Dinara, à la limite de la Croatie et de la Bosnie (voir carte n° 25), et massif de Staretina, en Bosnie (voir carte n° 26).
- Vallée moyenne du Vrbas, autour de la localité de Bugojno (voir carte n° 27).
- Les montagnes des bassins des rivières Ušor (voir carte n° 28) et Krivaja (voir carte n° 29), affluents de la basse vallée du Vrbas.
- La vallée moyenne de la Drina, autour de Višegrad, en Bosnie, et les massifs montagneux voisins de Serbie, autour de Kremna et Slatibor (voir carte n° 30).
- Les massifs autour des rivières Sutjeska et Tara, affluents de la Drina, en Bosnie et au Montenegro (voir carte n° 31).
- Les bassins moyen et supérieur de la Neretva, en Herzégovine (voir carte n° 32).

- Massif de la Studenića, en Serbie, à l'ouest de la vallée de la rivière Ibar, au nord de la ville de Usce (voir carte n° 33).
- Massif de Goč, au sud de Kraljevo (voir carte n° 34).

Le massif de Mala Kapele est un vaste ensemble forestier près de la localité de Vrhovine, à l'ouest du site de Plitviče, bien connu par ses lacs. Celui de Pljecivića est situé à l'Est de la localité de Titova Korenića, à une quarantaine de kilomètres au sud-est de la première station.

Dans cette région, les formations forestières prépondérantes sont les forêts montagnardes à Hêtre, Sapin, Epicéa et Pin sylvestre, mais, en liaison avec les affleurements de terrains dolomitiques, existent ces deux îlots de Pin noir, où cette essence occupe environ 1 100 ha dans le premier et 150 dans le second.

La place occupée par le Pin noir à Mala Kapele a été bien mise en évidence par l'étude de HORVAT (1958). Les points les plus élevés de cette région se trouvent à 1 230 m. Ils sont constitués par des calcaires sur lesquels se développe une vigoureuse forêt mélangée Sapin-Hêtre, mais il existe aussi des croupes de terrains dolomitiques à altitude un peu inférieure occupées par la pineraie de Pin noir, qui se trouve ainsi principalement entre 800 et 1 000 m d'altitude, en peuplements purs ou en mélange avec le Pin sylvestre.

Les peuplements de Pin noir sont remarquables par la présence du groupe des éléments feuillus thermophiles qui existent en mélange : *Quercus pubescens*, *Ostrya carpinifolia*, *Sorbus aria*, *Acer obtusatum*, *Amelanchier ovalis*. Ces éléments constituent ainsi un îlot dans une végétation de sapinière-hêtraie. Cette situation explique que l'on trouve aussi dans la pineraie de Pin noir des éléments floristiques de la sapinière-hêtraie qui s'y introduisent. Il est d'ailleurs possible qu'une partie de la pineraie actuelle soit une extension aux dépens des groupements voisins. La strate herbacée est extrêmement riche. Les espèces les plus fréquentes et abondantes sont : *Pteridium aquilinum*, *Carex humilis*, *Helleborus macranthus*, *Teucrium chamaedris*. Il faut noter par place l'abondance de *Erica carnea* en nappe. *Genista januensis* est assez rare. Dans les fonds, la pineraie laisse la place à une forêt mixte Sapin-Epicéa, abritant une flore différentielle caractéristique.

En résumé, cette station de Mala Kapele montre encore la localisation de *Pinus nigra* sur sols dolomitiques, en même temps que son association avec un ensemble floristique déjà rencontré dans les stations de la zone des chaînes littorales.

Les stations de Pin noir des montagnes de Dinara et de Staretina (voir cartes n° 25 et 26) que nous n'avons pas pu visiter sont elles aussi mentionnées par FUKAREK comme situées sur les terrains calcaires et dolomitiques.

Les forêts de Pin noir de la vallée moyenne du Vrbas, autour de la localité de Bugojno, se trouvent dans une situation très semblable à celle décrite à Mala Kapele. Dans un massif calcaire, dont le point culminant atteint l'altitude de 1 750 m, existent des faciès dolomitiques qui ont été creusés par les vallées. C'est sur ces versants que sont localisés les peuplements de Pin noir qui occupent une superficie estimée à 2 000 hectares. Les plateaux et sommets calcaires sont couverts par une forêt montagnarde à Hêtre, Sapin, Epicéa et Pin Sylvestre. Comme à Mala Kapele, le Pin noir se rencontre aux altitudes plus moyennes, entre 600 et 1 100 m. Les pineraies les plus caractéris-

tiques sont sur les versants abrupts, le long de la vallée de la Duboka, entre 600 et 700 m d'altitude. A la fûtaie élevée de Pin, est mélangé un sous-étage feuillu constitué par les espèces thermophiles, avec *Quercus pubescens*, *Sorbus aria*, *Acer obtusatum*, *Fraxinus ornus*, *Amelanchier ovalis*, *Cotinus coggygria*. *Ostrya carpinifolia* semble localisé dans les stations les plus fraîches. Il faut noter la présence des espèces balkaniques telles que *Tilia argentea* et *Euvonymus verrucosus*.

La strate herbacée est très semblable à celle de Mala Kapele, constituée par les nombreuses espèces communes avec les chênaies pubescentes, parmi lesquelles *Bromus erectus*, *Geranium sanguineum*, *Teucrium chamaedris*, *Cephalanthera alba*, *Polygonatum officinale*, *Melittis melissophilum*. Des faciès, caractérisés par l'abondance de certaines espèces, peuvent être distingués suivant les expositions. *Carex humilis* paraît lié aux faciès les plus secs, *Pteridium aquilinum* et plus rarement *Erica carnea*, aux faciès frais. Le Pin noir existe aussi en peuplements plus ou moins mélangés de Hêtre, où se retrouve une flore typiquement montagnarde. Il est probable que le Pin noir s'est étendu ici aussi, bénéficiant de l'influence humaine, aux dépens de la hêtraie-sapinière voisine.

En conclusion, les Pineraies de Bugojno peuvent être considérées comme très semblables, du point de vue écologique, à celles de Mala Kapele.

Les pineraies qui occupent les montagnes constituant les bassins des rivières Usor et Krivaja (voir cartes n^{os} 28 et 29), affluents de la partie moyenne du Vrbas, sont des exemples typiques de pineraies sur serpentine, que nous retrouverons en Serbie, à Slatibor ou à Studenića. Des renseignements à leur sujet peuvent être trouvés dans les études de FROHLICH, 1934 et PETRASCHKE, 1928.

L'aire du Pin noir située à la limite de la Bosnie et de la Serbie, autour de Višegrad et de Kremna, est particulièrement intéressante, car elle permet de voir le Pin noir à la fois sur les calcaires dolomitiques et sur les serpentines, formant des forêts de plusieurs dizaines de milliers d'hectares.

Ainsi, près de Višegrad, dans la forêt de Stolać, où se trouve une des stations de *Picea omorica*, une des espèces endémiques des Balkans les plus connues, le Pin noir occupe d'une façon très caractéristique des crêtes de calcaire dolomitique déchiquetées. Il est possible que la Pineraie soit aussi spontanée sur certains versants à sol calcaire superficiel comme à Borovać, à peu de distance de Višegrad. En cette station, à 800 m d'altitude, une pineraie âgée de 200 à 300 ans, est accompagnée d'une flore arbustive réduite avec *Fraxinus ornus*, *Juniperus communis*, *Pirus communis*, et dans la strate herbacée, *Pteridium aquilinum*, *Digitalis ferruginea*, *Daphne blagayana*, *Rosa canina*.

De même, le long de la vallée de la Drina, à l'aval, dans la forêt de Tara, en Serbie, le Pin noir existe à l'état de bouquets dans les falaises calcaires surplombant la rivière. Dans ces falaises se trouvent aussi des éléments thermophiles tels *Ostrya carpinifolia*, alors que dans la forêt montagnarde dense qui occupe le plateau, les essences dominantes sont le Hêtre, le Sapin, l'Epicéa et le Pin sylvestre.

Il est évident que beaucoup des plus belles pineraies actuelles des environs de Višegrad sont des extensions dues à l'action humaine. Nous pouvons en donner les exemples suivants :

A proximité de Višegrad, le Pin noir constitue des peuplements équiennes de 90 ans, de belle venue, à Mala Panos, sur serpentinite à sol profond. La strate arbustive est nulle sous la pineraie dense. La strate herbacée indique un mull-modér frais avec *Pteridium aquilinum*, *Sanicula Europea*, *Auremonia agrimonoides*, *Epimedium alpinum*, *Luzula pilosa*, *Asarum europaeum*, *Erythronium dens-canis* et, par place, *Erica carnea*. Les arbres les plus hauts atteignent 32 m. Sur ces buttes de serpentinite le Pin noir se rencontre depuis le fond de la vallée de la Drina, soit 300 m d'altitude, jusqu'à 650 m. Il en est de même le long de la vallée de la Ržav, affluent de la rive droite de la Drina, descendant du massif de Slatibor où le Pin noir constitue des larges bouquets dans la forêt feuillue constituée par *Quercus sessiliflora*, *Q. cerris*, *Carpinus betulus*, *C. orientalis*, *Acer tataricum*, *A. campestre* et *A. monspessulanum*. La fougère aigle est partout abondante, avec par place *Erica carnea*. La présence accessoire d'*Ostrya carpinifolia* et de *Cotinus coggygria* met en évidence quelques influences subméditerranéennes.

C'est encore sur les sols de serpentinite que se trouvent les massifs de Pin noir de la région voisine de Serbie, qui prolongent vers le Sud ceux déjà cités en Bosnie. Dans la seule forêt de Karlovač, autour de la localité de Kremna, la superficie de Pin noir est estimée à 1.000 ha. Mais les forêts du massif de Slatibor sont les plus étendues. Ce massif est constitué par de hautes croupes de serpentinite, au relief ondulé, dont l'altitude maximale est de 1.496 m, à Tornik. C'est essentiellement un pays de pâturage, mais il existe toutefois encore de vastes forêts, qui se rattachent à quatre types : les chênaies, les hêtraies, les pessières et enfin les pineraies.

Les pineraies, constituées de Pin sylvestre, dominant sur les versants Nord, et de Pin noir, dominant sur les versants Sud, sont situées entre 800 et 1.300 m d'altitude. Ces pineraies sont presque pures, avec seulement une faible proportion de chêne sessile et de bouleau. La végétation en a été décrite par PAVLOVIC (1951). Si la strate arbustive est faible, la strate herbacée est au contraire très riche en espèces. Parmi les espèces les plus abondantes et caractéristiques, il faut noter *Erica carnea*, *Daphne blagayana*, *Vaccinium myrtillus*. Les graminées sont abondantes et peuvent devenir dans certains faciès dominantes, avec principalement *Sesleria rigida* et *Festuca heterophylla*. Les sols sont assez profonds et légèrement acides.

Ces pineraies d'altitude sur les sols de serpentinite sont donc très différentes des pineraies sur sols dolomitiques décrites jusqu'ici, quoique ce type de pineraie soit déjà annoncé dans les stations les plus fraîches sur dolomie, lorsque le sol peut évoluer. Des conditions plus montagnardes sont prépondérantes. On peut s'interroger sur l'interprétation de ces pineraies et sur leur place dans la végétation naturelle. Ces hautes terres sont en effet des stations où s'est exercée une très forte influence humaine qui a entraîné le déboisement pour la conversion en pâturages. La pression du pâturage sur la forêt et son corollaire inévitable que constitue l'incendie, se sont poursuivis jusqu'à une époque très récente. Nous y voyons la raison de l'extension de la pineraie qui a pu se substituer aux chênaies, à moyenne altitude ou à la forêt résineuse montagnarde à Sapins-Epicéa, qui existe encore par place. Il n'en demeurerait pas moins que *Pinus nigra* appartient à la flore de l'étage montagnard forestier sur serpentinite.

De toutes façons, le rôle des Pins, et en particulier de *Pinus nigra*, dans la dynamique de la végétation est évident. Ainsi, dans la forêt de Tara, voisine, des peuple-

ments âgés de Pin abritent par exemple des régénérations vigoureuses d'Epicéa. Cette évolution semble indiquer le retour à des végétations plus proches du climax, après une phase transitoire à Pin noir, installé à la suite d'un défrichement ou d'un incendie.

Ce dynamisme du Pin noir se manifeste aussi aux dépens de la Hêtraie. Dans la forêt de Semeč, par exemple, sur la route de Višegrad à Rogavića, le Pin noir est installé en mélange avec une hêtraie typique sur calcaire entre 650 et 900 m d'altitude. Cette hêtraie comprend cependant un abondant cortège d'arbres et d'arbustes, tels que *Carpinus betulus*, *Acer compestre*, *Quercus sessiliflora*, *Euvonymus europaeus*, *Corylus avellana*, *Viburnum lasitana*. La flore herbacée indique les sols à mull frais très semblables à ceux des forêts feuillues des plateaux calcaires de l'Est de la France avec par exemple *Euphorbia amygdaloides*, *Asarum europaeum*, *Orobis vernus*. Il est très probable que *Pinus nigra* s'est introduit là dans une hêtraie entrouverte par l'homme.

C'est sur des sols de serpentine que se trouvent aussi les deux autres stations du Sud de la Serbie, celle de Goč et celle de la Studenića (voir carte n° 33 et 34).

La forêt de Goč ⁽¹⁾ se trouve sur les derniers contreforts au Nord du Massif de Kopaonik, au Sud de Kraljevo. La pineraie occupe environ 500 ha sur une superficie totale de 3.750 ha où se rencontrent différentes formations selon l'altitude. Jusqu'à 800 m d'altitude, c'est le domaine de la chênaie à chêne sessile. Entre 800 et 1.200 mètres, c'est l'étage de la sapinière-hêtraie. La pineraie s'intercale entre ces deux étages, entre 700 et 1.150 m d'altitude, suivant l'exposition. La végétation de la pineraie a été étudiée par JOVANOVIĆ, 1959 qui a décrit une association spéciale, le *Potentillo-pinetum gocensis*. Les espèces considérées comme caractéristiques sont *Potentilla opaca*, *Festuca amethystina*, *Erica carnea*, *Daphne blagayana* et *Sesleria filifolia*. Mais, suivant l'exposition et l'altitude, il est possible de distinguer différents faciès : sur les versants Sud, à basse altitude, il y a par exemple abondance de *Teucrium montanum* et *Euphorbia glabrifolia* ; sur les versants Sud, mais au-dessus de 1.000 m, *Carex humilis* est dominant ; enfin, sur les versants Nord, *Vaccinium myrtillus* indique les faciès les plus acides. Il est très probable, qu'à Goč comme dans les massifs décrits précédemment, la pineraie s'est étendue à la suite de l'action humaine, à partir d'îlots de *Pinus nigra* naturels, dans les sites accidentés de l'étage montagnard, à lithosols sur serpentine. En effet, des peuplements actuellement à l'état de vieille fûtaie claire sont envahis par les espèces de la sapinière-hêtraie. L'évolution actuelle de la végétation, favorisée par une gestion prudente, ramène la forêt vers des groupements plus proches du climax.

Dans la forêt de Studenića, la superficie du massif de Pin noir est de 3.000 ha, la majorité en forêts privées. Le Pin se trouve aussi comme à Zlatibor et à Goč sur serpentine, mais à des altitudes inférieures. La forêt de Pin noir occupe un étage de végétation entre 450 m et 850 m d'altitude, sur les croupes qui bordent la rivière Studenića, affluent de l'Ibar. La limite orientale de la station se trouve près de la localité de Učše, dans la vallée de Ibar. Les arbres sont bien développés et dans les meilleures parcelles, la hauteur totale des arbres les plus hauts atteint 33 m pour des diamètres de 1,20 m. Dans la partie basse, la forêt de Pin abrite de nombreux élé-

(1) Ce massif est bien étudié car il est géré par la Faculté forestière de Belgrade. Une variété de *Pinus nigra*, appelée *gocensis*, y a été décrite par GEORGEVITCH (1931).

ments de l'étage feuillu qui tient une place prépondérante dans l'Ouest des Balkans avec toujours *Ostrya carpinifolia*, *Carpinus orientalis*, *Fraxinus ornus*. Mais, en outre, dans la vallée de la Studenića on peut noter les espèces de la Chênaie-Hêtraie, disséminées dans la Pîneraie : *Fagus moesiaca*, *Quercus conferta*, *Acer campestre*, *Sorbus torminalis*. Dans la strate herbacée *Erica carnea* et *Vaccinium myrtillus* sont fréquents et cette strate est toujours très riche en espèces. Il est probable qu'une grande partie de ces pîneraies sont également des extensions, à la suite de l'action humaine, des peuplements de Pin à partir de quelques îlots naturels de l'espèce.

Les peuplements les plus méridionaux de la région dinarique se trouvent le long de la vallée de la rivière Tara, au Montenegro. Il s'agit de peuplements de très grande qualité, en climat montagnard humide. Le Pin noir existe sur les falaises de calcaire dolomitique qui bordent la rivière près de Gorgevića Tara, mais constitue, en outre, à l'état pur, des massifs étendus dans les environs de la localité de Plevlja, jusqu'à 1.400 m d'altitude. Les autres formations montagnardes voisines sont des forêts de Hêtre, Epicéa, et Sapin. Il faut noter que dans certaines stations de la vallée, les arbres atteignent des dimensions exceptionnelles, les plus hauts dépassant 50 m. Dans la vallée de Tara, la limite extrême vers le Sud de l'extension de *Pinus nigra* est la localité de Kolašin.

Les peuplements de *Pinus nigra* se continuent dans la vallée moyenne de la Tara en direction de Foča et dans la vallée de son affluent, la Sutjeska.

En Hercegovine enfin, le Pin noir se retrouve dans la haute vallée de la Neretva, dans les massifs de Prenj, Idbar, Statinica-Racica, Borci-Tranjina. Il n'y a pas de peuplements très étendus, mais la surface totale des pîneraies serait environ de 2.000 ha. Ces pîneraies se situent dans un gradient altitudinal compris entre 350 et 1.250 m, toujours sur les versants accidentés sur substrats dolomitiques. Dans la forêt de Statinica-Račica que nous avons visitée, la pîneraie commence vers 400 m d'altitude. *Pinus nigra* y est mélangé à des feuillus dont *Carpinus orientalis*, *Fraxinus ornus*, *Cotinus coggygria*, *Sorbus aria*, *Quercus cerris*, *Acer obtusatum*. La présence d'*Erica carnea* mérite aussi d'être notée.

Pour caractériser la distribution du Pin noir dans l'ensemble de la région dinarique, il est possible de dire que les peuplements primaires de cette espèce sont toujours associés aux substrats magnésiens, dolomies ou serpentines. Au contraire, ces stations se rencontrent dans des conditions climatiques variées, depuis la frange méditerranéenne jusqu'aux climats montagnards continentaux typiques de Croatie, de Bosnie et de Serbie. En outre, le dynamisme du Pin noir lui a permis de conquérir d'autres types de stations dont la végétation climatique a été modifiée par l'homme.

2.5. — Les Carpates occidentales et le centre des Balkans

Nous avons regroupé dans cette subdivision les stations de *Pinus nigra* qui se trouvent dans la zone la plus continentale des Balkans, c'est-à-dire, d'une part, en Roumanie, dans les Carpates occidentales, d'autre part, en Serbie orientale.

2.51. Banat.

Les peuplements spontanés de Pin noir ne se trouvent en Roumanie que dans la région du Banat et dans celle voisine de l'Olténie, c'est-à-dire à l'extrémité Ouest des Alpes de Transylvanie où les chaînons de ce plissement s'infléchissent vers le Sud et forment un arc montagneux qui raccorde les Alpes de Transylvanie à la chaîne des Balkans (cf. carte, Station n° 35). Il n'existe en Olténie qu'une seule station dans la vallée de Sohodol, connue seulement depuis une date récente (HARALAMBOUS, 1937). Elle est d'ailleurs de très faible étendue. Les autres stations sont dans la région montagneuse que le Danube franchit aux Portes de fer. Elles ont été signalées depuis fort longtemps puisque Hoss (1825) les cite, d'après des indications de ROCHER. ROCHER (1828) les mentionna lui-même ultérieurement dans sa liste des plantes rares du Banat.

C'est dans le massif de Domugled que se trouvent les Pins dont GEORGESCU a fait une variété *banatica* (1934) élevée ensuite au rang d'espèce (1936).

Ce Pin du Banat n'a cessé de susciter de l'intérêt pour les botanistes en raison de l'isolement de ces stations dans l'aire générale de *Pinus nigra* puisque les stations les plus proches sont situées d'une part en Bulgarie, au sud de Biogradtsk, près de la frontière yougoslave, soit à 170 km au sud environ et dans la Suva Planina, en Yougoslavie, à l'est de Niš, à près de 200 km. En outre, ces stations du Banat sont les plus septentrionales de la région balkanique centrale. Il faut ajouter que la flore de cette région, en plus de la présence de *Pinus nigra*, se caractérise par la présence d'autres éléments thermophiles appartenant soit au domaine sud-balkanique tels *Syringa vulgaris* L. et *Fraxinus ornus* L., soit au domaine subméditerranéen tels *Celtis australis* L. et *Acer monspessulanum* L.

Dans la station d'Olténie, le Pin noir n'est représenté que par quelques bouquets d'arbres sur des escarpements calcaires vers 700 m d'altitude. Les stations du Banat sont plus importantes puisque le Pin noir se rencontre sur 2 350 ha (DIMITRIU-TATARANU, 1965) et constitue l'essence dominante sur environ 500 ha. Sa répartition est disséminée par bouquets isolés ou par peuplements de faibles étendues selon la topographie des lieux. Une description de ces localités a été donnée par SECKENDORFF (1881). Les conditions écologiques et floristiques de ces pineraies sont assez bien connues grâce à de nombreuses publications. Enfin, une carte détaillée de la répartition du Pin noir du Banat a été donnée par DIMITRIU-TATARANU et al. (1965).

Le Pin noir apparaît typiquement comme l'essence des stations les plus mauvaises, sur les sols superficiels et plus spécialement dans les falaises, indépendamment de l'altitude puisqu'il se rencontre aussi bien à 150 m d'altitude (Tricule) qu'à 1 200 m (Crêtes de Mehedinti) et sur différents substratums géologiques. Si les peuplements principaux sont situés sur les calcaires lithotiques dont les escarpements surplombent la vallée de la Cerna, d'autres sont situés sur des îlots de granite (Banitsa) et sur des calcaires silicifiés (Trescovats près de Svinitsa).

Les stations les plus au sud de la région du Banat sont celles de Tricule et de Trescovats, à peu de distance du Danube. La flore de Trescovats a été décrite par PASCOVSKI (1951) qui cite parmi les espèces accompagnant *Pinus nigra*, *Carpinus orientalis*, *Tilia tomentosa*, *Fraxinus ornus*, *Syringa vulgaris* et *Evonymus verrucosus*, c'est-à-dire la flore des formations feuillues thermophiles des Balkans. Les stations les

plus importantes se trouvent le long de la vallée de la rivière Cerna, surtout sur la rive gauche, notamment sur les falaises qui dominent la station de Baile Herculane, dans le massif de Mehedinti. GEORGESCU (1934) a essayé d'interpréter la place de *Pinus nigra* dans la végétation locale où il est possible selon cet auteur de distinguer deux étages : celui du « quercetum », jusque vers 700 m d'altitude, et, au-dessus, celui du « Fagetum ». C'est dans une « consociation » dénommée *quercetum regii-columni* que s'insère d'abord un groupement à *Pinus nigra* (« *Quercetum nigri-banatici* »). Une variante, avec *vaccinum myrtillus*, existe sur granite. Dans l'étage de *Fagetum banaticum*, le Pin noir existe dans des groupements divers accompagnés soit de *Cytisanthus radiatus*, soit de *Juniperus communis*, soit de *Fraxinus ornus*, soit encore de *Syringa vulgaris*, *Viburnum lantana* et *Juniperus nana*.

Il semble préférable de ne pas donner trop d'importance à la notion d'étage dans une région à relief aussi accidenté où la répartition de la végétation, réglée par les conditions des microstations, est en mosaïque. Ainsi, en remontant le versant de la vallée de la Cerna, au niveau de Baile Herculane, il est possible de rencontrer plusieurs types de stations : tout d'abord, au pied du versant, sur un sol constitué par un colluvium de bas de pente, se développe une hêtraie-chênaie avec *Fagus silvatica*, *Quercus cerris*, *Tilia tomentosa*, avec dans la strate herbacée une flore typique du mull (*Galium silvaticum*, *Melica uniflora*). Toutefois, dans le sous-bois, *Fraxinus ornus*, élément thermophile, est déjà abondant. Puis, vers 450 m d'altitude, lorsque le substratum est la roche calcaire en place, la végétation passe à une fruticée xérique avec *Carpinus orientalis*, *Cotinus coggygia*, *Cotoneaster tomentosa*, *Cornus mas*, *Syringa vulgaris* L., *Sorbus aria*, *S. torminalis*, *Evonymus verrucosus*, *Cytisanthus radiatus*. C'est dans les stations proches, sur les falaises calcaires entre 500 et 700 m, que les peuplements de Pin noir sont les plus typiques. Ils sont accompagnés des éléments frutescents indiqués ci-dessus, notamment *Fraxinus ornus*, et *Cotinus coggygia*. Dans la strate herbacée, discontinue, les espèces les plus abondantes sont *Carex humilis*, *Festuca xanthina*, *F. valesiaca*, *Seseli gracile*, *Sesleria rigida*, *Teucrium montanum*. Un changement d'exposition à la même altitude entraîne l'installation d'une hêtraie à hydromull actif avec *Lunaria rediviva*, *Circaea lutetiana*, *Urtica dioica*, *Parietaria officinalis*, *Impatiens noli-tangere*, *Telekia speciosa*. Aux altitudes plus élevées, l'ensemble floristique qui accompagne *P. nigra* se maintient en s'enrichissant d'éléments montagnards jusqu'aux dernières crêtes vers 1 200 m d'altitude. Il y a ainsi, comme il arrive fréquemment dans les stations rocheuses, un mélange d'espèces thermophiles telles que *Fraxinus ornus*, *Tilia tomentosa*, d'éléments rupicoles tels que *Cotoneaster tomentosa*, *C. intergerrima* et d'éléments montagnards tels *Sorbus aucuparia* ou *Rosa pendulina*.

Les relevés floristiques de ces stations du Banat (DOMUGLED) ont été comparés par FEKETE (1959) avec ceux donnés par JOVANOVIĆ (B.) (1955) pour les pineraies de la Suva Planina dans l'Est de la Serbie, où il a décrit un *cariceto-humili-Pinetum nigra*. FEKETE pense que les groupements à *Pinus nigra* dans ces deux Stations peuvent être rattachés à une même association, l'*humileto-Pinetum nigrae*, dont ils ne constitueraient que des faciès caractérisés par des différentielles locales. Le fractionnement géographique des montagnes balkaniques a en effet favorisé l'endémisme floral dans chaque massif. Il existe toutefois un fonds floral commun qui peut se rattacher selon FEKETE à quatre alliances : En premier lieu, l'*Orneto ostryon*, avec des espèces du domaine

d'Europe Orientale, soit balkaniques, soit illyriques, soit moésiques ; ce sont par exemple : *Carpinus orientalis*, *Corylus colurna*, *Syringa vulgaris*, *Cytisanthus radiatus*, *Genista januensis* ; d'autre part, les *Quercetalia pubescentis*, c'est-à-dire les espèces des forêts feuillues subméditerranéennes. Dans ce groupe, outre *Quercus pubescens*, il faudrait citer *Sorbus aria*, *Crataegus monogyna*, *Viburnum lantana*. Par ailleurs, les *Querceto fagetea* doivent être rattachées aux espèces du domaine montagnard médio-européen telles que *Fagus silvatica*, *Acer pseudoplatanus* et une riche flore herbacée. Enfin, une part importante de la flore herbacée appartient aux formations de pelouses stepiques ou aux groupements rupicoles. C'est le cas des espèces telles que *Carex humilis*, *Festuca valesiaca*, *Bromus erectus*, *Melica ciliata*, *Calamagrostis argentea*.

En fait, la similitude de situation écologique est frappante entre les Pineraies du Banat et les principales stations de Pin du Wienerwald, et bien d'autres stations des Karawanken. Il ne faut pas exagérer l'isolement de la région du Banat qui doit être considérée comme une des stations parmi d'autres dans l'aire morcelée de *Pinus nigra* dans la région balkanique.

2.52. Serbie orientale.

Un petit nombre de stations de *P. nigra* sont connues dans le massif de Suva Planina, en Serbie orientale, entre Niš et Pirot (cf. carte, Station n° 36). Elles se trouvent à Zlot, à Sukoske Reke ainsi que dans les gorges de Sičevo. Il s'agit en fait encore de simples bouquets d'arbres, occupant de très faibles superficies, dans des falaises rocheuses calcaires, dans des conditions paraissant très semblables à celles déjà décrites pour les stations des Portes de Fer en Roumanie. JOVANOVIĆ (B.) (1955) a décrit ces pineraies, situées entre 550 et 1 100 m d'altitude. *P. nigra* y est accompagné par quelques éléments montagnards tels que *Fagus moesiaca* et *Acer pseudoplatanus*, mais surtout toujours des mêmes éléments thermophiles sud-européens, à savoir *Acer hyrcanum*, *Fraxinus ornus*, *Carpinus orientalis*, *Quercus pubescens*, et parmi les espèces caractéristiques de la strate herbacée, *Carex humilis* et *Sesleria rigida*. La flore est donc elle aussi très semblable à celle rencontrée déjà dans de nombreuses stations de l'aire balkanique.

Ces stations de Serbie orientale constituent un maillon intéressant dans la chaîne qui relie les stations des Portes de Fer aux stations de la Macédoine orientale et de Bulgarie méridionale, rattachées au Groupe géographique des montagnes à l'Est du Vardar, de la Macédoine à la Thrace.

2.6. — Les chaînes montagneuses à l'Est du Vardar, de la Macédoine à la Thrace

P. nigra se rencontre dans les systèmes montagneux qui s'étendent de la Macédoine à la Thrace sur les territoires de la Yougoslavie, de la Bulgarie et de la Grèce.

Il est possible d'étudier la distribution géographique dans cet ensemble en le divisant en plusieurs régions naturelles suivant les bassins hydrographiques :

- (i) Les montagnes entre le Vardar (Axios) et la Strouma (Strymon) en Macédoine yougoslave et en Bulgarie.

- (ii) Les montagnes entre la Strouma (Strymon) et le Nestos (Mesta), en Bulgarie et en Grèce, comprenant du Nord au Sud :
 - le Rila et le Pirin en Bulgarie,
 - le Falakron (Boz Dag) en Grèce,
- (iii) L'arc principal des Rhodopes, en Bulgarie et en Grèce, au Nord du Nestos (Mesta).
- (iv) Les Rhodopes orientales se prolongeant jusqu'en Thrace.

2.61. Les montagnes entre le Vardar (Axios) et la Strouma (Strymon).

Ces montagnes ne sont pas très élevées puisque les sommets principaux se trouvent entre 1 500 et 1 800 m.

Pinus nigra se rencontre d'une part en Macédoine yougoslave et d'autre part dans les massifs voisins de Bulgarie, au nord et au sud de Kustendil.

Les forêts de *Pinus nigra* de Macédoine orientale ont été décrites par EM (H.) (1962). Elles se trouvent d'une part dans les massifs de Maleševski et de Plackoviča et, d'autre part, près de Strumiča.

Dans la première région, autour des localités de Delčevo et de Borovo (cf. carte, Station n° 40), dans la partie supérieure de la rivière Bregalnica, le Pin noir occupe une superficie de 3 000 ha environ entre 1 000 et 1 500 m d'altitude, et se trouve dans une association végétale qui comporte aussi le Pin sylvestre. La Forêt de *Pinus nigra* constitue un faciès d'une formation montagnarde faiblement acidiphile sur substrat siliceux avec *Fagus moesiaca* et *Abies alba*. *Pinus nigra* se développe principalement sur les versants sud marqués par la présence de *Q. sessiliflora* et *Q. pubescens*. La flore herbacée est très riche avec *Vaccinium myrtillus*, *Auremonia agrimonoides*, *Pteridium aquilinum*, *Calamagrostis arundinacea*. Les espèces différentielles entre les Pineraies à *Pinus silvestris* et celles à *P. nigra* ne sont pas très nettes. Ces deux types de pineraies se sont étendus aux dépens de la Hêtraie-Sapinière dans des conditions identiques à celles qui seront mentionnées dans le massif de Kožuf (cf. 2.8).

Parmi les stations de Bulgarie de la région de Kustendil (cf. carte, Station n° 39), voisines de celles décrites ci-dessus en Yougoslavie, la plus importante est la Forêt de Gabra, près de la localité de Tsavaritsa. Les peuplements sont situés entre 950 et 1 150 m d'altitude sur un substrat de granite. La végétation que nous avons pu y observer est très semblable à celle décrite par EM dans les peuplements de Yougoslavie. Citons parmi les espèces les plus abondantes : *Vaccinium myrtillus*, *Pteridium aquilinum*, *Euphorbia amygdaloides*, *Viola silvestris*, *Fragaria vesca*, *Genista sagittalis*, *Sanicula europaea*, *Veronica chamaedris*, *Symphitum tuberosum*, *Doronicum columnae*, *Luzula nemorosa*, *L. forsteri*, *Festuca heterophylla*, *Orobis vernus*, *Asperula odorata*, *Lysimachia vulgaris*. Le peuplement de Pin est extrêmement vigoureux, avec des arbres de plus de 40 m de haut. Il s'est certainement développé aux dépens d'une Hêtraie et, à plus basse altitude, d'une Chênaie à *Quercus sessiliflora* et *Q. conferta* dont les éléments sont constants en mélange.

La station de Strumiča, en Yougoslavie (cf. carte, Station n° 41), dans la partie supérieure de la vallée de la Struma, se présente dans des conditions bien différentes.

Cette station, de faible étendue puisque la superficie occupée par *Pinus nigra* est estimée seulement à 200 ha, est tout d'abord à très basse altitude, entre 250 et 550 m.

Elle est localisée sur des affleurements de calcaires dolomitiques dans une région à influences méditerranéennes très nettes. Les collines voisines sont en effet couvertes par les formations à *Quercus coccifera* et *Carpinus orientalis*, très caractéristiques des stations dégradées par le pâturage dans la bordure méditerranéenne des Balkans. Le peuplement est très peu vigoureux, avec des arbres atteignant au plus 10 m de haut. Le groupement végétal, étudié par EM (H.) (1962), est considéré comme un simple faciès du *Coccifereto-carpinetum orientalis* Horv. Cependant, en même temps que des caractères édaphiques, la présence de certaines espèces telles que *Quercus pubescens*, *Fraxinus ornus*, *Lonicera etrusca*, *Prunus mahaleb* montre qu'il y a aussi l'amorce de l'étage de la chênaie pubescente. *Pinus nigra* semble donc bien se trouver là à la limite de son domaine écologique, comme le montre sa faible vigueur, en avant-poste dans la région méditerranéenne, où sa présence est liée manifestement au caractère dolomitique du substrat.

2.62. *Les montagnes entre la Strouma (Strymon) et le Nestos (Mesta).*

L'ensemble de ce puissant système montagneux comprend le Rila et le Pirin en Bulgarie, l'Orvilos (2 272 m) à la frontière gréco-bulgare et le Falakron (2 232 m) en Grèce.

En Bulgarie, les peuplements de *Pinus nigra* se trouvent dans le bassin supérieur de la Mesta, qui draine les eaux des versants sud du Rila et des versants nord du Pirin et des Rhodopes.

Les peuplements des versants sud du Rila se trouvent à l'Est de Blagoevgrad. Les plus importants se trouvent toutefois sur les versants nord du Pirin, près des localités de Razlog et Dobrinichte, sur les sols rocheux calcaires jusqu'à 1 500 m d'altitude. Sur les sols les plus profonds, les peuplements résineux sont constitués par le Sapin, l'Épicéa, dans l'étage montagnard, et par *Pinus peuce* et *P. mughus* dans l'étage sub-alpin. Certains peuplements de *Pinus nigra* sont des pineraies secondaires sur les colluviums de pente, après incendies. Dès que les peuplements vieillissent, la régénération en Sapin s'installe à l'abri de la pineraie.

Le long de la rivière Mesta, en direction de Velingrad, de vieux peuplements caractéristiques du *Pinus nigra* existent sur les affleurements calcaires.

En Grèce, *Pinus nigra* existe près de Granitis, où il apparaît par bouquets sur les sols de calcaires métamorphiques très érodés. Il se rencontre également, à l'état de peuplements clairs, sur les versants nord du Falakron, au Nord-Est de Serres.

2.63. *Arc principal des Rhodopes.*

Les principaux peuplements de *Pinus nigra* de cette région se trouvent en Bulgarie, au nord du massif près de Velingrad, et dans l'Est dans la région de Tchepelare-Smolian, et en Grèce dans la région comprise entre Stavropolis et la frontière gréco-bulgare.

Dans la forêt de Kleptouza, à proximité immédiate de Velingrad (cf. carte, Station n° 43), les pineraies de *Pinus nigra*, de 400 ha environ, se sont installées à moyenne altitude aux dépens de la forêt feuillue Chêne-Hêtre, constituant des peuplements

équiennes, fortement marqués par l'influence humaine. Ces peuplements ont été d'ailleurs gérés principalement pour la production de résine. Dans les parties les moins élevées, le sous-étage de la pineraie est constitué par *Quercus sessiliflora*, *Ostrya carpinifolia*, *Carpinus orientalis*, *Corylus avellana*, *Cornus sanguinea*, *Evonymus verrucosus*. Dans la strate herbacée, *Pteridium aquilinum* domine.

Dans la partie orientale des Rhodopes, les pineraies de *Pinus nigra* occupent environ 2 000 ha dans le massif de Rojen (cf. carte, Station n° 44), dont le point culminant à 1 400 m d'altitude sépare les bassins versants de la Maritsa et de son affluent l'Arda. *Pinus nigra* se trouve surtout aux expositions Sud et beaucoup de peuplements équiennes sont des régénérations après incendie. Il colonise aussi les terres agricoles abandonnées sur les versants nord. La forêt de l'étage montagnard est une Hêtraie-Sapinière avec *Epicea* par place.

Les autres pineraies se trouvent dans la région de Devin-Techel (cf. carte, Station n° 45). *Pinus nigra* occupe typiquement toutes les crêtes et les falaises de calcaires entre 750 et 1 400 m d'altitude, notamment à Kastrak-Usko Dere. Il est accompagné par une flore de Hêtraie sèche peu vigoureuse avec *Fagus taurica*, *Quercus sessiliflora-pubescens*, *Corylus avellana*, *Cornus mas*, *C. sanguinea*, *Fraxinus ornus*, *Ligustrum vulgare*, *Evonymus verrucosus*, *Syringa vulgaris*, *Viburnum lantana*, *Acer hyrcanum*. Dans la strate herbacée, *Sesleria* cf. *glauca* est caractéristique. Dans le fond des vallons, des éléments montagnards sont présents avec *Ulmus montana*, *Sorbus aucuparia*, *Acer pseudo-platanus* et *A. platanoides*.

En Grèce, le massif forestier le plus important est celui de Stavropolis, au nord de la localité de Paranestion (cf. carte, Station n° 46).

Le Pin noir s'y rencontre dans deux groupes principaux, l'un au nord-ouest en direction de la forêt de Elatia, l'autre dans la région de Kaikouli. Dans cette région-là, constituée par les ensembles de roches métamorphiques, la végétation, jusqu'à 700 m d'altitude, est constituée par une chênaie mixte, d'abord de *Quercus pubescens* en mélange avec *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia*, *Tilia argentea* et *Carpinus orientalis*. Dans la partie supérieure, *Quercus conferta* devient dominant avec quelque peu de *Q. cerris*. Il faut noter l'existence de *Carpinus betulus*. Le Pin noir apparaît à 700 m d'altitude en même temps que les premiers bouquets de Hêtre. Le sol est alors un grano-gneiss pouvant donner des arènes profondes. Les très beaux peuplements de Pin souvent équiennes sont manifestement liés à l'influence humaine et aux incendies. La flore de ces pineraies, à plus de 1 000 m d'altitude, est celle d'un étage montagnard avec de très faibles influences thermophiles : *Betula verrucosa*, *Populus tremula*, *Quercus sessiliflora*, *Fagus taurica*, *Ostrya carpinifolia*, *Luzula nodulosa*, *Prenanthes purpurea*, *Primula officinalis*, *Vaccinium myrtillus*, *Rubus idaeus*, *Rosa alpina*, *Aremonia aremonioides*.

2.64. *Rhodopes orientales*.

Dans le sud-est des Rhodopes, il existe une station de Pin noir sur les dernières collines de cette chaîne, à proximité de la vallée de l'Evros. Il s'agit d'un massif montagneux de moyenne altitude, puisque le point culminant à la frontière gréco-bulgare se trouve seulement à 1 295 m d'altitude (cf. carte, Station n° 47). Le substrat géolo-

gique est constitué par un ensemble métamorphique à prédominance schisteuse, mais il faut y noter quelques épanchements de roches ophiolitiques.

C'est précisément sur ces roches ophiolitiques ou à proximité immédiate que se trouvent les stations de Pin noir à l'ouest de la localité de Dadia. Le Pin noir est disséminé sur une surface de 1 200 ha environ, entre 400 et 600 m d'altitude, par petits bouquets presque purs ou en mélange avec *Pinus brutia*. Il faut remarquer, en effet, que c'est dans cette région que se trouve en Grèce la station la plus importante, sur le continent, de *Pinus brutia*. Le sous-bois de la pineraie a un aspect de maquis bas à *Erica arborea* et *Cistus salviaefolius* dominant.

Les deux Pins se sont manifestement étendus aux dépens de la Chênaie (*Quercus conferta* et *Q. pubescens*), qui recouvre la presque totalité du massif à moyenne altitude. Elle est remplacée dans les parties les plus élevées, à l'exposition sud, par la chênaie à *Q. sessiliflora* et *Q. cerris* et aux expositions nord par quelques parties de Hêtraies.

Il est difficile de préciser quelle a pu être la place du Pin noir dans la végétation climacique, mais on ne peut que constater la corrélation entre l'existence du Pin noir et celle d'un certain type de substrat. En outre, le Pin noir montre ici, comme ailleurs, un grand dynamisme, car il se rencontre non seulement sur les terrains métamorphiques, aux environs immédiats des affleurements ophiolitiques, mais également sur des marnes miocènes à à peine 100 m d'altitude près de Dadia.

En résumé, les stations de *Pinus nigra* de la région des montagnes à l'Est du Vardar peuvent faire l'objet des remarques suivantes :

- La plupart d'entre elles sont situées soit sur des substrats de calcaires dolomitiques comme dans la haute vallée de la Mesta, en Bulgarie (Razlog) dans le Sud-Est des Rhodopes (Téché), en Macédoine Yougoslave orientale (Strumica) et en Macédoine orientale Grecque (Granitis-Falakron), soit sur des substrats ophiolitiques (Thrace Grecque).
- Il existe cependant des pineraies sur des substrats différents telles celles de Delčevo en Macédoine yougoslave orientale, de Gabra en Bulgarie et de Paraneštion en Grèce. Il s'agit alors toujours de stations montagnardes.
- La station de Strumiča mérite une attention particulière car, à faible altitude, elle se trouve dans une ambiance méditerranéenne, marquée par la présence de *Quercus coccifera*, même si cette dernière espèce, en mélange avec *Carpinus orientalis*, constitue là une formation dont l'extension est fortement liée à l'action humaine.

2.7. — Le littoral de la Macédoine orientale

Nous avons rattaché à ce groupe géographique les stations de *Pinus nigra* qui existent dans la frange littorale de la Macédoine orientale, dans les presqu'îles de Sinthonia et du Mont Athos, en Chalcidique, et dans l'île de Thassos. Ces stations constituent en quelque sorte autant de postes avancés de l'espèce, au Sud de la région étudiée précédemment, en domaine méditerranéen.

2.71. Presqu'île de Sinthonia.

Les peuplements de *Pinus nigra* se trouvent dans la partie centrale montagneuse de la presqu'île appelée forêt de Dragoudelis (cf. carte, Station n° 48). Le point culminant est à 806 m d'altitude. Le substrat géologique est constitué, d'une part, par du granite, d'autre part, par des gneiss. Jusqu'à 550 m d'altitude, l'essence principale de la forêt est le Pin d'Alep, surmontant les espèces habituelles du maquis méditerranéen dont la plus abondante est *Erica arborea*.

Au-dessus, *Pinus nigra* devient dominant et se rencontre en fait jusqu'au sommet. La végétation de la strate arbustive qui accompagne la pineraie est également un maquis bas à *Erica arborea*, *E. verticillata*, *Arbutus unedo* et *Pteridium aquilinum*. Il s'agit évidemment d'un faciès de dégradation d'une forêt feuillue dont les éléments climaciques *Quercus ilex* et *Q. pubescens* sont devenus extrêmement rares. Ainsi dans la presqu'île de Sinthonia, en raison même des conditions topographiques, avec un développement limité en altitude, *Pinus nigra* apparaît comme l'essence d'un étage sub-méditerranéen, qui, à partir probablement de bouquets d'arbres en stations rocheuses, s'est étendue en se substituant à la forêt feuillue climacique pour constituer des peuplements sur 600 ha.

2.72. Mont Athos.

Les peuplements de *Pinus nigra* dans la presqu'île du Mont Athos (cf. carte, Station n° 49) sont peu étendus puisque leur superficie est estimée seulement à 60 ha. Cependant, la présence de cette essence est extrêmement significative. Le Mont Athos, qui culmine à 2.020 m, à moins de 10 km de la mer à l'extrémité de la presqu'île offre un gradient écologique exceptionnel. Au niveau de la mer, se rencontrent encore les espèces du biotope méditerranéen le plus chaud à *Pistacia lentiscus*, quoique ces espèces ne constituent pas un étage altitudinal véritablement développé. A l'opposé existent les biotopes montagnards axériques, avec la hêtraie-sapinière. *Pinus nigra*, qui se rencontre entre 300 et 1.000 m d'altitude, sur des substrats de la série métamorphique occupe la même place que dans les parties de l'aire plus septentrionale, entre les biotopes méditerranéens et les biotopes montagnards.

2.73. L'île de Thassos.

Les peuplements forestiers de l'île (cf. carte, Station n° 50), sont constitués par des pineraies, avec *Pinus brutia* depuis le niveau de la mer jusque vers 600 m d'altitude, et *P. nigra* dominant au-dessus. Nous retrouvons donc là une situation semblable à celle de la presqu'île de Sinthonia, avec toutefois un développement en altitude plus grand puisque le point culminant de l'île, Ipsarion, atteint 1.127 m. Comme au Mont Athos, le substrat géologique appartient au système métamorphique avec une forte proportion de marbres et de terrains cristallophylliens. La surface occupée par les pineraies de *P. nigra* est supérieure à 4.000 ha. Cette pineraie est presque pure, comme cela arrive dans tous les peuplements régénérés après incendie. C'est sur les sols cristallophylliens que la pineraie trouve sa plus grande extension actuelle. Le Pin se superpose à un maquis bas à *Erica verticillata* et *Pteridium aquilinum*. Les espèces feuillues, telles que *Q. ilex* qui ont dû constituer les formations climaciques sont très

rares. Dans la strate herbacée se trouvent des espèces telles que *Luzula forsteri*, indiquant des sols faiblement acides. Dans les stations plus fraîches, dans les ravins par exemple, la flore s'enrichit d'espèces telles que *Galium ellipticum*, que l'on retrouve dans les pineraies et sapinières de la Grèce méridionale.

En résumé, les stations de *P. nigra* de la région littorale de la Macédoine apparaissent très intéressantes car cette espèce se trouve véritablement dans un milieu floristique méditerranéen, plus nettement que dans la station de Strumića mentionnée précédemment. Les pineraies se développent dans un biotope dont les formations climatiques sont sans aucun doute des chênaies à *Quercus ilex* ou, à altitude plus élevée, à *Q. pubescens*. Ces chênaies ont évolué vers des maquis à *Erica arborea*, *E. verticillata* et *Arbutus unedo* où les Pins s'installent aisément après les incendies. A basse altitude, ces pineraies secondaires sont constituées par *P. halepensis* à Sinthonia ou par *P. brutia* à Thassos. A altitude plus élevée leur succèdent les pineraies à *P. nigra*. *Pinus nigra* apparaît ainsi comme un élément de l'étage de basses montagnes, soit dans un ensemble floristique uniquement méditerranéen, lorsque l'altitude ne permet pas le développement de biotopes montagnards axériques, soit s'intercalant entre les biotopes sub-méditerranéens et montagnards, lorsque le gradient écologique altitudinal est plus complet comme au mont Athos.

2.8. — *Les massifs montagneux de Macédoine yougoslave et grecque et de Thessalie*

Dans cette division géographique, ont été regroupées les stations de *Pinus nigra* qui se trouvent dans les différents massifs montagneux situés entre la chaîne du Pinde, à l'Ouest, et la vallée du Vardar (Axios) à l'Est. *Pinus nigra* y constitue des pineraies étendues d'une grande valeur productrice. Ces stations sont séparées de celles de la région des plissements dinariques plus au Nord, par une interruption de 200 km dans la continuité de l'aire. Toutefois, à l'intérieur de cette région ainsi définie, les peuplements constituent dans chaque massif montagneux, autant de populations distinctes, bien séparées les unes des autres par les dispositions du relief. Ces pineraies sont dans les régions suivantes :

- Vallée de la Treška, affluent du Vardar, au Sud-Sud-Ouest de Skopje, dans la partie occidentale du Massif de Karadzica, en Macédoine yougoslave.
- Les montagnes de Mariovo et Kožuf, à la frontière Yougoslavie-Grèce.
- Le massif de Voras, juste au sud des montagnes ci-dessus, en Grèce, au nord de la ville d'Edessa.
- Le massif du Vermion, au sud d'Edessa.
- Le massif de Vurinos, au sud du précédent, au sud de la localité de Kozani.
- Le massif de l'Olympe, y compris la montagne de Pieria, constituant le contrefort nord, et le Bas-Olympe, constituant le contrefort Sud.

2.81. *La Vallée de la Treska.*

Ces pineraies occupent une superficie de 5 000 ha entre 500 et 1 700 m d'altitude, dans le massif de Karadzica (cf. carte, Station n° 51), dans la partie occidentale cons-

tituant la rive droite de la rivière Treska, affluent du Vardar. Le substrat géologique est constitué par des dolomies et des calcaires métamorphiques. Les peuplements sont moyennement vigoureux, la hauteur des arbres pouvant atteindre 20 m.

P. nigra se trouve là mélangé à une formation végétale qui a été décrite par EM (1962) sous le nom de *Pulsatillo-Pinetum nigrae macedonicum*. En fait, le Pin se superpose à une formation feuillue constituée par *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus ornus*, *Acer obtusatum*, *Quercus pubescens*, *Cotoneaster tomentosa* et *Sorbus aria*. Il faut mentionner ici pour la première fois *Buxus sempervirens*, que nous retrouverons plus au sud comme compagnon du Pin noir. Dans la strate herbacée, outre *Cephalaria flava*, *Stachys scardica* et *Pulsatilla macedonica*, existent les espèces des pelouses succédant habituellement à la chênaie pubescente telles que *Brachypodium pinnatum*, *Geranium sanguineum* ou *Carex humilis*. En raison du caractère montagnard de certaines stations, existent également des espèces comme *Betula verrucosa* et *Fagus moesiaca*.

2.82. Les montagnes de Mariovo et de Kožuf.

Il s'agit du massif montagneux qui sépare la Macédoine yougoslave de la Macédoine grecque et qui s'étend, de l'Ouest vers l'Est, depuis le Kajmakčalan (2 520 m) jusqu'à Kožuf (cf. carte, Station n° 52). Du point de vue géologique, des substrats très divers s'y rencontrent. Toutefois, *Pinus nigra* se trouve soit sur des substrats calcaires, soit sur des substrats ophiolitiques (serpentine et gabros), soit enfin sur des substrats schisteux. C'est la raison pour laquelle EM, qui a étudié ces pineraies, a distingué trois associations.

Sur le substrat calcaire, qui se rencontre à l'Ouest de la chaîne (Nidže) et à l'Est (Kožuf), *Pinus nigra* constitue des peuplements entre 900 et 1 700 m d'altitude. Le Pin y est accompagné par le cortège des feuillus thermophiles, *Ostrya carpinifolia*, *Acer hyrcanum*, *Sorbus aria*, *Fraxinus ornus*. La flore de la strate herbacée est très riche avec notamment *Sesleria latifolia*, *Geranium sanguineum*, *Teucrium chamaedris*. Il faut noter la présence de *Daphne blagayana*. Les pineraies existent également sur les sols ophiolitiques (gabros et serpentine) mais à moindre altitude, entre 900 et 1 000 m.

Sur certains escarpements calcaires, entre 750 et 1 300 m d'altitude, comme à Mešnik, au Sud de la localité de Rožden, *Pinus nigra* se rencontre sur de petites surfaces, au milieu d'une formation feuillue de faible vigueur sur lithosol avec *Quercus pubescens*, *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus ornus*.

Mais la pineraie s'étend aussi sur des sols de gneiss et de schistes qui dominent vers l'Ouest. Il s'agit alors d'une pineraie mixte, à *Pinus nigra* et *Pinus silvestris*, qui a été rattachée par EM à l'association *Pinetum silvestris-nigrae macedonicum*, déjà décrite en Macédoine orientale (cf. p. 114). On peut penser qu'il s'agit de pineraies qui se sont substituées à des hêtraies qui existent encore typiquement sur les versants Nord. Les pineraies à *P. nigra* dominant, sont étendues sur 5 000 ha environ, entre 1 000 et 1 450 m d'altitude.

2.83. Le massif de Voras.

Cette montagne constitue en quelque sorte le versant Sud, en Grèce, de l'arc montagneux allant du Kajmakčalan à Kožuf (cf. carte, Station n° 53).

A l'Ouest de la localité de Aridea, des pineraies occupant une superficie estimée à 1.500 ha environ, se trouvent dans la vallée de la rivière Bistriça, coïncidant avec des affleurements de serpentine et de calcaire métamorphique.

2.84. *Le massif du Vermion.*

Au Sud de Edessa, s'amorce un arc montagneux qui commence par le massif du Vermion (cf. carte, Station n° 54), dont le point culminant est à 2.052 m d'altitude et qui se continue vers le Sud par les massifs de Pieria et de l'Olympe. La partie ouest du massif du Vermion est constituée par des calcaires rapportés au crétacé tandis que la partie est est constituée par une série métamorphique à calcaires dominants, avec des affleurements de roches ophiolitiques.

En abordant le massif du côté oriental, le Pin noir apparaît vers 1.200 m autour de la station de Séli, alors que le Hêtre, en mélange avec *Ostrya carpinifolia*, se rencontre depuis 1.000 m environ. L'essentiel de la forêt de Pin qui représente environ 2.600 ha, se trouve le long de la vallée qui creuse un sillon profond, débouchant vers l'ouest sur Naoussa. Le substratum est formé d'un calcaire compact, portant une *terra fusca* fortement érodée. La pineraie est pure sur des faciès régénérés après incendie. *Juniperus communis* et la Fougère-aigle sont abondants. La pineraie occupe des croupes jusqu'à 1.450 m d'altitude. A plus haute altitude et à l'exposition nord, les seuls peuplements forestiers sont des bouquets de Hêtraie piqués de Sapin. Dans le fond de la vallée intérieure, existent quelques bouquets de *Quercus sessiliflora* et *Q. cerris*. Au milieu de la pineraie sur versant sec, des plages de pelouses à *Koeleria cristata* et *Sesleria nitida* se développent. Sur les croupes à altitude plus élevée, la strate herbacée est constituée par des formations à Fougère-aigle.

Ainsi, dans le Vermion, *Pinus nigra* forme des pineraies étendues insérées dans l'étage montagnard entre les Hêtraies sèches à *Ostrya*, essentiellement sur les sols de calcaires compacts, et les Hêtraies-sapinières à plus haute altitude aux expositions nord.

2.85. *Le massif de Vurinos.*

Ce massif se trouve au sud de la ville de Kozani (cf. carte, Station n° 55). Le point culminant est à 1.866 m. La moitié sud-ouest est constituée par des sols ophiolitiques, tandis que la moitié nord-est est formée de calcaires compacts. C'est sur les sols ophiolitiques que s'étendent les pineraies de Pin noir dont la superficie est évaluée à environ 1.200 ha.

2.86. *Le massif de l'Olympe.*

Les pineraies de Pin noir se rencontrent non seulement dans le massif central de l'Olympe, mais aussi dans le Pieria, qui en constitue le contrefort nord, et le Bas-Olympe, qui prolonge le massif vers le sud jusqu'à la vallée du Tempi (Pinios) (cf. carte, Station n° 56).

La chaîne du Pieria a une orientation générale sud-sud-ouest-nord-nord-est. Le point culminant est à 2.189 m. Le substrat est constitué par des terrains métamorphiques, avec des affleurements nombreux, mais peu étendus de terrains ophiolitiques et quelques affleurements sur le versant nord de granite.

Le versant sud-sud-est de la chaîne, subissant les influences maritimes, est couvert par de puissantes formations feuillues, ayant des affinités méditerranéennes à basse altitude avec d'abord les formations à *Phyllirea media* et *Styrax officinalis*, puis à *Cercis siliquastrum* et *Cotinus coggygia*, enfin, à *Quercus pubescens*, *Fraxinus ornus*, *Castanea sativa*, *Tilia argentea*, *Acer Hyrcanum*. La Hêtraie se développe ensuite jusqu'à 1.200 m. C'est sur le versant nord-nord-ouest plus continental que se trouvent les pineraies, à Pin sylvestre vers le nord, et à *Pinus nigra* dominant sur les versants au-dessus de la localité de Katafighion. En dehors des pineraies denses, *Pinus nigra* existe aussi à l'état dispersé jusque dans le nord de la chaîne vers Elaphina.

Dans la partie centrale du massif de l'Olympe, les pineraies constituent une ceinture presque complète qui n'est interrompue que dans la partie sud-ouest, constituée par des sols de gneiss.

Dans la partie sud, *Pinus nigra* se rencontre à l'état dispersé ou par bouquets, entre les localités de Karya et Leptokarya. Au-dessus de 750 m d'altitude sur des calcaires rapportés au Trias-jurassique, il se trouve en mélange avec une chênaie pubescente à *Buxus sempervirens*. A altitude plus élevée, au-dessus de 850 m, il se mélange au Sapin et au Hêtre.

C'est au cœur même du massif, aussi bien dans la partie ouest que vers le nord, constitué par d'épaisses formations de calcaires dolomitiques, que les pineraies sont les plus étendues. Par exemple, dans la vallée du Monastère de St-Jean à l'est, le Pin noir constitue des peuplements étendus entre 1.000 et 1.200 m d'altitude, au milieu d'un ensemble végétal devant être rapporté à la chênaie pubescente. Les sols sont des para-rendzines sur dolomies. Parmi les espèces les plus abondantes, il faut mentionner *Ostrya carpinifolia* et *Buxus sempervirens*. C'est dans les falaises dolomitiques que la localisation du Pin noir est la plus remarquable, rappelant beaucoup les stations spontanées du Wienerwald en Autriche. Au-dessus de 1.200 m d'altitude apparaît *Pinus leucodermis*. *Pinus nigra* et *P. leucodermis* peuvent se trouver en mélange jusqu'à 1.450 m, alors que *P. leucodermis* constitue à lui seul jusqu'à 2.250 m des pineraies ayant un caractère subalpin. Les pineraies de *Pinus nigra* sont aussi largement développées sur le versant ouest, entre Kokkinoplos et la Vallée de Xerolakia aussi bien sur les calcaires compacts du Jurassique que sur les calcaires dolomitiques et enfin dans la partie nord du massif, au lieu-dit Rebolakia. Il est rare au-dessous de 750 m d'altitude où existe le faciès à *Ostrya carpinifolia* des formations feuillues, mais en sol profond.

Dans le massif du Bas Olympe, la pineraie de Pin noir est étroitement liée aux affleurements d'ophiolites qui interrompent les formations de schistes. Alors que les schistes portent des forêts fertiles d'abord de maquis méditerranéen, puis des châtaigneraies, puis enfin, de la hêtraie au-dessus de 700 m, *Pinus nigra* apparaît par bouquets sur les lithosols à ophiolites à 800 m d'altitude au-dessus du village de Pandelimon, à l'exposition nord-est, il en est de même à l'Est du village de Kalipeuki où le Pin noir se rencontre en mélange avec le Sapin et le Hêtre entre 1.000 et 1.250 m d'altitude. Dans les bouquets de pineraie pure, *Pteridium aquilinum* est l'espèce la plus abondante, mais il faut noter la présence de *Daphne blagayana*. La pineraie pure la plus étendue se trouve au nord même du village de Kalipeuki.

En résumé, dans les massifs montagneux de Macédoine et du nord de la Thessalie, des stations de *Pinus nigra* se trouvent toujours à la limite entre les formations feuillues subméditerranéennes à *Quercus pubescens* et *Ostrya carpinifolia* et les formations de l'étage montagnard humide à Hêtre et Sapin. Elles sont presque exclusivement situées sur des substrats de calcaires dolomitiques ou de roches ophiolitiques. Les pineraies situées sur d'autres substrats comme des schistes ou des gneiss sont toujours à proximité immédiate de pineraies du premier type.

2.9. — La chaîne du Pinde

Nous avons jugé utile de traiter séparément les pineraies de la chaîne du Pinde en Grèce, qui constitue le prolongement vers le sud des plissements dinariques, avec ses crêtes de calcaires triasiques, jurassiques et crétacés. Mais, en fait, le Pin noir n'existe que dans le Nord du Pinde (cf. carte, Station n° 57), depuis la frontière albanaise au Nord jusqu'à la latitude de Kalambaka vers le Sud. Or, dans cette région, les formations géologiques précitées n'apparaissent pas et les sols doivent être rattachés à trois types de substrats :

- la zone des ophiolites où l'on trouve des roches appartenant au cortège des serpentines, péridotites et gabbro ;
- la zone du flysch qui constitue le prolongement vers le Nord du flysch oriental ;
- les formations de calcaires, de grès et conglomérats de l'oligocène qui bordent le flanc ouest du Pinde, depuis le Grammos à la frontière albanaise jusqu'à Kalambaka.

Dans la partie sud de la région, telle qu'elle a été délimitée, le Pin noir est pratiquement limité aux affleurements d'ophiolite. C'est le cas dans le petit massif, un peu séparé du reste, situé au nord de Kastania. C'est également le cas de la forêt de Malakasi et de l'ensemble du massif de Kranea-Perivoli. Ainsi, en partant de Kalambaka, en direction de Metsovo, le Pin noir apparaît sur la croupe de Kratsovo vers 900 m d'altitude, alors que le point culminant est à 1.564 m. Au-dessous de 900 m d'altitude, la végétation est constituée par une formation broussailleuse à *Juniperus oxycedrus* et *Buxus sempervirens* qui constitue un faciès de dégradation de la chênaie pubescente. C'est sur le même massif d'ophiolites entre Kranea et Perivoli que se trouvent les plus belles pineraies de Pin noir. D'une façon générale, cette pineraie est à peu près pure avec très peu de sous-bois. La strate herbacée est caractérisée par l'abondance de la fougère-aigle (*Pteridium aquilinum*) et la présence de *Teucrium scorodania*. Dans les faciès plus secs et sans doute aussi sous l'influence du pâturage, la strate herbacée renferme, en dehors de *Pteridium aquilinum* une part importante de graminées dont *Brachypodium pinnatum* et *Festuca duriuscula*. En outre, il est intéressant de noter que sur certains versants nord et en altitude, la strate herbacée de la pineraie contient *Erica carnea*, et *Vaccinium myrtillus*. Ce type de pineraie à *Erica carnea* est un type semblable à celui mentionné par exemple en Serbie à Slatibor sur le même type de substrat. Ces forêts de Pin noir de la région de Kranea peuvent

être donc considérées comme les stations les plus méridionales d'un type de forêt balkanique et même alpin, puisque cette végétation existe également avec les Pineraies de *Pinus sylvestris* jusque dans les Alpes centrales.

Toujours sur ophiolites, mais dans l'étage montagnard le Pin noir se rencontre en mélange dans une forêt à Sapin, Hêtre et *Pinus leucodermis* jusqu'à environ 1.700 m d'altitude. Ce sont ces peuplements mixtes de la zone montagnarde qui doivent être considérés comme les stations spontanées du Pin noir. Au contraire, les pineraies pures situées à plus basse altitude sont vraisemblablement des pineraies secondaires qui se sont développées aux dépens de chênaies à Chêne sessile, à la suite de phénomènes de dégradation et notamment d'incendies.

Les stations où le Pin noir se rencontre en mélange avec le Sapin et le Hêtre peuvent être suivies tout le long des affleurements d'ophiolites qui se prolongent vers le nord en direction de la frontière albanaise. En particulier, la route de Konitsa à Eptahorion remontant la rivière Sarandaporos recoupe cet affleurement de serpentines qui marque les changements de bassin, versant occidental et oriental.

Cependant, l'aire actuelle du Pin noir n'est nullement limitée à ces affleurements d'ophiolites. Dans le sud de cette région, au sud de Grevena par exemple, la pineraie de Pin noir est étendue sur les formations de l'oligocène qui ont des apparences de flysch. Ces pineraies sont là installées dans d'anciennes chênaies. De même, dans la partie sud-est de la région sur le versant Grevena-Samarina, la pineraie de Pin noir déborde largement sur les terrains de flysch qui s'intercalent avec les ophiolites, alors que le Pin noir se rencontre en mélange avec le Hêtre et le Sapin dans l'étage montagnard autour du massif du Smolika (altitude 2.698 m).

Plus au nord, toujours sur le versant oriental, dans la région d'Eptahorion, le Pin noir s'est largement étendu en mélange avec la hêtraie, la sapinière, mais aussi — à plus basse altitude — avec la chênaie sur les terrains de l'oligocène.

Sur le versant occidental, une situation analogue se retrouve. Ainsi, dans les hautes vallées de Zagoria au nord-est de Tsepelovo, la pineraie est étendue sur des terrains de flysch. De même, aux environs mêmes de Konitsa, sur les versants ouest du Smolika, la pineraie déborde largement les terrains ophiolitiques et descend sur les versants constitués de flysch.

Dans la vallée du Sarandaporos, au sud de la frontière albanaise, creusée dans le flysch oriental, le Pin noir constitue de gros bouquets qui doivent être considérés comme des pineraies secondaires, sur les versants couverts essentiellement par des formations feuillues, en se localisant aux points de rupture de pentes, entre la hêtraie, qui est dominante aux altitudes supérieures, et les chênaies mixtes (*Quercus conferta*, *Q. pubescens*, *Q. cerris*) qui se trouvent aux altitudes inférieures.

En résumé, il apparaît que dans la partie Nord du Pinde, les stations primaires de Pin noir se trouvent dans l'étage montagnard où le Pin se rencontre en mélange avec le Sapin et le Hêtre et même *Pinus leucodermis*, uniquement sur les terrains ophiolitiques. A partir de ces stations, la pineraie s'est étendue en se substituant à plus basse altitude aux chênaies à *Quercus sessiliflora* et *Q. conferta* sur ces mêmes terrains, mais aussi sur d'autres substrats géologiques comme les flysch et les grès de l'oligocène.

2.10. — *La Grèce méridionale*

Nous entendrons ici par Grèce méridionale non seulement le Péloponnèse, mais également les parties de la Grèce centrale et orientale où la végétation de l'étage montagnard est caractérisée par l'absence du Hêtre. Les forêts montagnardes sont des sapinières, dont les populations de Sapins peuvent être rattachées à *Abies cephalonica*, ou des forêts mixtes Sapin-Pin noir.

Entre les forêts de Pin noir du Pinde ou de l'Olympe (cf. 2.8 et 2.9) et les stations du Parnassos, la discontinuité dans l'aire est de 150 km.

Dans le sud-est de la Grèce centrale, les pineraies de Pin noir se trouvent dans :

- le massif du Parnassos (cf. carte, Station n° 58) près d'Amfiklea,
- la chaîne de Kallidromon, au sud-est de Lamia (cf. carte, Station n° 59),
- dans le nord de l'Eubée (cf. carte, Station n° 60),

Dans le Péloponnèse, les pineraies se trouvent dans trois régions différentes :

- dans les massifs montagneux du nord, avec les deux sommets principaux du Killini et du Chelmos,
- dans les deux principaux massifs montagneux du sud, le Tayghète au centre, le Parnon à l'est.

2.101. *Le massif du Parnassos* ⁽¹⁾ (cf. carte, Station n° 58).

Le Pin noir dans le massif du Parnassos est strictement limité à une région immédiatement au sud de la localité d'Amfiklea. Cette localité de Pin noir est remarquable car elle correspond très exactement à l'affleurement de calcaires dolomitiques triasiques tels qu'ils apparaissent sur la carte géologique (CELET, 1962). Ce massif de calcaires dolomitiques est compris entre deux vallées secondaires conduisant l'une à Amfiklea, à l'est, et l'autre à l'ouest à Polydrosson. A la limite altitudinale inférieure, le Pin noir apparaît vers 750 m, en même temps que le Sapin, au milieu de la végétation dégradée d'une garrigue à *Quercus coccifera* enrichie alors de *Fraxinus ornus* et de *Cotinus coggygria* qui indique des formations de dégradation de la chênaie pubescente. Quelques bouquets de chêne pubescens existent d'ailleurs. Le Pin noir se trouve en altitude jusqu'au point culminant de ce massif, à Megalotoufa à 1.500 m d'altitude. Dans cette partie supérieure, les pins souvent âgés sont mélangés à des sapins. On peut considérer qu'il s'agit d'un peuplement assez proche du climax. Les sols sont les pararendzines dolomitiques, semblables à ceux mentionnés dans l'Olympe. Les peuplements de Pins les plus importants se trouvent à altitude moyenne entre 800 et 1.000 m d'altitude. La pineraie est alors à peu près pure, installée à la place d'une Chênaie.

(1) Il y a lieu de mentionner également une station de Pin noir près de Levadia, au Prophète-Elie (alt. 750 m), au lieu dit Gavarditsa.

2.102. *Massif de Kallidromon* (cf. carte, Station n° 59).

Les taches de Pin noir existant dans la région de Mendenitsa dans le Kallidromon sont également liées à des affleurements de calcaire dolomitique triasique qui sont mentionnés dans les études géologiques de CELET (1962). Dans une coupe sud-ouest/nord-est, ces calcaires dolomitiques apparaissent en deux endroits, d'une part, à proximité immédiate de Mendenitsa, d'autre part, le long de la crête principale du Kallidromon. Ces calcaires dolomitiques sont surmontés par des calcaires jurassiques d'où le Pin est absent.

Dans la région de Mendenitsa, les premiers Pins noirs apparaissent à 500 m d'altitude au-dessus d'une zone de chênaie pubescente dégradée ayant évolué vers une garrigue à *Quercus coccifera*, *Phillyrea media*, *Cotinus coggygria*, *Cercis siliquastrum*. Les pineraies proprement dites sont installées sur les sols dolomitiques. Elles se superposent à une végétation de Chênaies pubescentes dégradées. Il faut noter que le Sapin existe aussi en mélange. Il est probable que les peuplements primaires de Pin de cette région se trouvent sur les affleurements dolomitiques de la chaîne principale.

2.103. *Nord de l'Eubée* (cf. carte, Station n° 60).

Le Pin noir n'occupe en Eubée qu'une superficie extrêmement modeste. Deux stations sont mentionnées, l'une dans le massif de Kandilli entre Prokopion et la Côte ouest, l'autre au Xeron, plus au nord.

Le massif de Kandilli constitue vers l'ouest une falaise abrupte s'élevant à 1.200 m d'altitude. Cette falaise est constituée par une masse de calcaires compacts que la carte géologique rattache à une formation triasique jurassique (CHENEVART & KATSIKATSOS, 1967). Cette masse de calcaire est bordée et recouverte sur le versant nord-est, jusqu'à 600-800 m d'altitude, par des ophiolites rapportées au jurassique supérieur ou au crétacé. La connaissance de cette structure géologique est fondamentale pour comprendre la place du Pin noir dans la répartition générale de la végétation.

Sur les ophiolites, à basse altitude donc, avec des sols forestiers généralement profonds ou très profonds, la végétation forestière est une forêt de Pin d'Alep luxuriante, installée au milieu d'un maquis élevé à *Arbutus unedo* et *Phillyrea media*, dérivant d'une forêt climacique à *Quercus pubescens*. Sur les calcaires compacts, situés immédiatement au-dessus, la végétation change complètement. Entre 600 et 800 m d'altitude, il s'agit d'une garrigue à *Phillyrea media* et quelques restes de *Quercus ilex* mélangés avec la Fruticée thermophile à *Cercis siliquastrum*, *Cotinus coggygria*, *Fraxinus ornus*, *Arbutus andrachne*, *Pistacia terebinthus* et, par places, *Ostrya carpinifolia*. Au-dessus de 800 m se trouve la zone à *Abies cephalonica* qui couvre toute la partie supérieure du massif. C'est dans cette sapinière, à vrai dire en très mauvais état, avec de nombreux vides, que le Pin noir se rencontre par petits bouquets ou par pieds isolés. Il y a tout lieu de penser qu'il s'agit là de stations primaires de l'espèce, mais il est difficile d'y étudier un groupement végétal en raison de l'état de dégradation de la végétation. Il faut remarquer seulement que l'on y rencontre des espèces de l'étage montagnard, telles que *Doronicum caucasicum*, *Luzula nodulosa*.

Il faut noter, en outre, que le Pin noir constitue aussi quelques pineraies secondaires sur les lambeaux d'ophiolites accrochés vers 1 000 m sur le substrat calcaire. Il s'agit d'une extension récente de la pineraie puisque les jeunes pins ont de 40 à 60 ans, autour de quelques vieux sujets, sur des terrains autrefois agricoles. Le Sapin de Céphalonie s'y rencontre aussi, et sa régénération est partout abondante en sous-étage. Le phénomène de substitution de la Sapinière à la Pineraie temporaire est encore ici extrêmement net.

La seconde station de Pin noir de l'Eubée qui se trouve à Xeron n'a pas été visitée. Il faut cependant mentionner que la carte géologique y indique un affleurement d'ophiolites.

2.104. *Le nord du Péloponnèse* (cf. carte, Station n° 61).

Dans le nord, l'aire se situe approximativement entre les localités de Kalavrita à l'ouest et de Stymphalos à l'est, région à l'intérieur de laquelle se trouvent les deux points culminants du nord du Péloponnèse, les sommets du Chelmos et du Killini (2 355 et 2 376 m). Le Pin noir se trouve dans les forêts de Zaroukla, Sarandapikon, Feneos et Missolonghi, l'essentiel se trouvant dans les districts forestiers de Eghion et Xylokastron. D'après les renseignements disponibles, le Pin noir occuperait une surface totale de 8 000 ha au moins.

Il est important de donner une description rapide des structures géologiques de cette région. L'ensemble montagneux est constitué par des masses, coupées par des failles, de calcaires du trias, du Jurassique et du crétacé inférieur, ainsi que par des calcaires du crétacé supérieur. Mais au cœur de ces massifs existe un affleurement important de terrains crystallophylliens qui constitue une bande orientée dans la direction nord-ouest-sud-est, bande passant par les localités de Zaroukla et Kastania. La masse crétacé-jurassique est bordée au nord par les formations du quaternaire dont les parties sud constituent des terrasses encore en place mais dont la majeure partie s'est effondrée ou a été érodée consécutivement à la surrection de l'ensemble du Péloponnèse. C'est sur ces différents types de substrats que se trouve le Pin noir entre la limite altitudinale inférieure de 700 m environ et la limite supérieure de 1 700 m.

Ainsi, en pénétrant vers le centre du massif dans la région de Zaroukla, le Pin noir apparaît vers 700 m d'altitude dans la vallée du Gradis, en mélange alors avec le Pin d'Alep qui est l'essence dominante à plus basse altitude. Ces peuplements, très clairs, se continuent sur le versant ouest de la vallée jusqu'aux crêtes du Chelmos, sur des calcaires dolomitiques, vers 1 850 m d'altitude.

Cependant, l'essentiel des peuplements de la forêt de Zaroukla se trouve sur les terrains crystallophylliens entre 1 000 et 1 400 m d'altitude. Le peuplement principal est constitué par du Pin noir et Sapin en mélange, le Pin noir étant souvent dominant. Le sous-bois est clair et dans la strate herbacée on trouve les éléments constants suivants : *Doronicum caucasicum*, *Galium ellipticum*, *Luzula forsteri*, *Aremonia agrimonoides*. Dans les stations sèches, le cortège floristique est enrichi en graminées : *Carex humilis*, *Poa bulbosa* et *Cynosurus elegans*. Dans les stations fraîches, la fougère aigle (*Pteridium aquilinum*) devient très abondante ainsi que d'autres espèces telles que *Potentilla micrantha*, *Poa nemoralis*. Il faut noter aussi la présence de *Pirola chlorantha*.

A l'exposition sud de ce même massif sur sol schisteux, le Pin noir est accompagné par une végétation de maquis où dominant *Erica arborea* et *Cistus villosus*. Cette Pinaie est située dans la partie la plus élevée de la Chênaie à *Quercus conferta*. Le Pin noir disparaît à peu près complètement au-dessous de 1 200 m d'altitude, où la Chênaie est plus vigoureuse.

Sur le versant nord du Killini, le Pin noir apparaît par pieds isolés dans les environs de Trikala vers 700 m d'altitude. Sa présence est caractéristique sur les flancs nord constitués de calcaire dolomitique de Gymnovouno. Il existe aussi en mélange dans la Sapinière que l'on rencontre sur les calcaires crétacés dans les hautes vallées séparant le Gymnovouno du Killini proprement dit, mais c'est toujours sur les faciès dolomitiques des calcaires que le Pin noir constitue des peuplements presque purs. C'est le cas au pied même du Killini à 1 700 m d'altitude où se trouve un peuplement clairsemé de vieux arbres.

Dans la région située entre le Killini et Zaroukla, en dehors des stations déjà citées, soit sur terrains crystallophylliens, soit sur calcaires dolomitiques, le Pin noir existe aussi sur les substrats pliocènes entre Feneos et Sarandapikon. Cette extension du Pin noir sur les terrains pliocènes peut se constater également au nord du Gymnovouno près de Mana.

2.105. *Le sud du Péloponnèse.*

Dans le sud du Péloponnèse, le Pin noir se rencontre essentiellement, d'une part, dans le massif du Tayghète et, d'autre part, dans le massif du Parnon. Il faut mentionner, en outre, la présence du Pin noir dans le massif du Vlahokerassia situé entre les deux massifs précités.

Dans le massif du Tayghète (cf. carte, Station n° 62), le Pin noir se rencontre depuis la forêt de Vasiliki au sud, jusqu'au canton de Kasterion au nord. Il se trouve dans l'étage montagnard où il est avec *Abies cephalonica* l'essence dominante. A la limite inférieure de l'étage montagnard, les premiers sujets de Pin noir apparaissent à l'état isolé vers 700 m d'altitude, aussi bien dans la région d'Artemission, sur le versant de Kalamata à l'ouest, que dans la région de Tripi à l'est du côté de Sparte ou de Paleopanayia plus au sud. A la limite supérieure, il peut se trouver jusqu'à 1 800 m d'altitude, comme c'est le cas sur les flancs du Prophète Elia, point culminant du Tayghète (2 400 m).

A l'intérieur de ce domaine montagnard, la répartition entre le Sapin de Céphalonie et le Pin noir est subordonnée aux caractères du substrat. Malheureusement, nous ne disposons que de peu de renseignements sur la géologie de ce massif. Schématiquement, il semble que l'on puisse distinguer, d'une part, les calcaires rapportés au trias et au jurassique inférieur et, d'autre part, des terrains métamorphiques avec des phyllades et des schistes.

Dans l'état actuel des choses, le Pin domine nettement sur les faciès schisteux où il constitue des pinaies pures à peu près équiennes, manifestement issues de régénérations après incendie. Cette pinaie n'a qu'un sous-bois très faible. On y trouve une flore assez homogène avec quelques éléments du maquis (*Erica arborea*) mais surtout

Pteridium aquilinum, *Cynosurus echinatus*, *Festuca duriuscula*, *Luzula forsteri*, *Galium ellipticum* et *Aremonia agrimonioides*.

Mais *Pinus nigra* existe aussi par bouquets et par pieds isolés sur les faciès des calcaires dolomitiques. Nous y voyons les stations primaires de l'espèce. En fait, en tenant compte aussi bien des Pinaies secondaires que des groupes dispersés de Pinaies primaires, l'aire apparaît finalement continue à l'intérieur des limites indiquées précédemment, malgré une très grande inégalité dans la densité des peuplements.

Le massif du Parnon au nord-est de Sparte (cf. carte, Station n° 63) constitue un massif très semblable à celui du Tayghète sur le plan géologique. Cependant, dans l'ensemble, les formations de calcaires rapportées à des faciès métamorphiques sont moins étendues, alors que la formation des schistes, analogue à celles du Tayghète, est dominante.

Le Pin noir apparaît à 700 m d'altitude succédant à un étage fragmenté des feuillus à feuilles caduques (*Quercus conferta*). Les peuplements de l'étage montagnard sont encore là constitués par du Pin noir et du Sapin de Céphalonie. La répartition relative de ces deux espèces apparaît subordonnée aux facteurs édaphiques. Le Sapin constitue des peuplements presque purs sur les substrats de calcaire dur, alors que le Pin est dominant sur les schistes. Les peuplements équiennes de Pins apparaissent installés, d'une façon à peu près quasi générale, après incendie.

Il faut noter un phénomène particulièrement net au Parnon mais se retrouvant, en fait, dans toutes les pinaies en bon état et déjà mentionné précédemment. Il s'agit de la réinstallation naturelle du Sapin à l'abri des peuplements âgés de Pin. C'est la raison qui permet de penser que ces pinaies sont des pinaies secondaires qui se sont substituées à une sapinière, à la suite de l'action humaine et, notamment, des incendies. La seule protection des peuplements âgés de Pin entraîne l'évolution vers la Sapinière puisque les semenciers de sapins existent encore presque partout.

La flore de ces pinaies sans sous-bois est peu différente de celle mentionnée déjà dans le Tayghète. La fougère aigle est partout présente. Les éléments d'une flore commune de pelouse, liés à d'anciennes pratiques pastorales (*Cynosurus echinatus*, *Festuca duriuscula*) sont constants. Les espèces dont la présence est la plus significative au point de vue écologique sont : *Galium ellipticum*, *Aremonia agrimonioides*, *Luzula forsteri* et *Brachypodium silvaticum*, qui caractérisent des sols de pinaies à moder moyennement sec et faiblement acide.

Les restes de stations spontanées de Pin noir seraient à rechercher sur les escarpements de calcaire existant dans le massif.

En dehors des massifs du Tayghète et du Parnon, le Pin noir existe aussi dans les montagnes de Vlahokerassia, entre les deux massifs précités, situées entre les localités de Tripolis et Sparte. Il s'agit d'un massif d'altitude moyenne constitué par des terrains schisteux dont le point culminant se trouve à 1 200 m. Le Pin noir existe là, sur les versants nord entre 700 et 1 100 m, constituant par endroits des peuplements continus. Il est installé au milieu d'une végétation de lande à *Erica arborea*, et *Erica verticillata* avec fougère-aigle abondante, ainsi que les cistes (*Cistus salvaeifolius* et *C. villosus*). L'existence de quelques peuplements denses de *Quercus conferta* permet de conclure que la végétation climacique est ici la forêt de chêne. La pineraie s'est probablement

substituée à des chênaies dégradées, à partir des stations spontanées de Pin noir du Tayghète qui n'en sont séparées que par la haute vallée de l'Evrotas.

En résumé, l'étude des Pineraies de *P. nigra* en Grèce méridionale montre que cette espèce apparaît comme une espèce de l'étage montagnard qui, dans cette région, se distingue de l'étage montagnard des régions plus septentrionales par la dominance de deux conifères, *Abies cephalonica* et *P. nigra*, en l'absence du Hêtre. Cet étage montagnard que l'on peut qualifier de méditerranéen sec succède en altitude à un étage subméditerranéen de chênes à feuilles caduques, *Quercus pubescens* et *Q. conferta*, évidemment moins développé que plus au nord, fortement transformé par l'homme, mais tout de même constant, au-dessus des biotopes méditerranéens typiques des espèces à feuilles persistantes occupant tous les domaines à basse altitude.

A l'intérieur des biotopes montagnards, la distribution des stations spontanées de *P. nigra* est en relation évidente avec celle des calcaires dolomitiques et, accessoirement, d'ophiolites, représentés uniquement en Eubée. Cependant, en raison de son aptitude à occuper des terrains où la végétation climacique feuillue ou résineuse a été transformée, les Pineraies se sont étendues sur certains sols, notamment des schistes. La distribution actuelle apparaît donc ainsi comme la conséquence du dynamisme de l'espèce qui, à partir de stations de l'étage montagnard localisées à certains substrats très particuliers, a conquis d'autres domaines écologiques, notamment à la faveur des incendies.

3. — CONCLUSIONS

L'étude de la distribution de *P. nigra* dans le sud-est de l'Europe, depuis la bordure orientale des Alpes en Autriche jusqu'à la Grèce méridionale, à travers les Alpes méridionales, les plissements dinariques, les Carpates occidentales, les Rhodopes et le Pinde, a permis de dresser tout d'abord une carte aussi complète que possible de l'aire, compte tenu de l'échelle. Seule une étude des Pineraies situées sur le territoire albanais n'a malheureusement pas été effectuée.

Les observations sur la distribution actuelle des forêts de *P. nigra* permettent de tirer les principales conclusions suivantes :

1) La carte de la distribution géographique confirme le caractère extrêmement morcelé de l'aire, en rapport avec le relief tourmenté et la complexité des structures géologiques de la région. Il paraît difficile de regrouper les stations en un petit nombre de secteurs géographiques qui auraient une signification biologique, malgré deux interruptions notables dans l'aire : l'une entre les stations les plus au sud des plissements dinariques (Montenegro, Serbie centrale) et la Macédoine ; l'autre entre, d'une part, le Pinde et la Thessalie en Grèce centrale, et, d'autre part, la Grèce méridionale.

2) Au lieu de tenir compte des données climatologiques, très généralement insuffisantes en régions de montagne, il a paru préférable d'étudier les conditions de l'environnement, végétation et sol. En ramenant ainsi à leurs vraies valeurs les différences en latitude et en altitude, il apparaît que l'existence des stations primaires de *P. nigra* est liée à des conditions écologiques dominantes en matière de sol et de bioclimat.

3) La distribution de la grande majorité des stations primaires de *P. nigra* est en relation étroite avec les substrats magnésiens, soit dolomies ou calcaires dolomitiques, soit roches de la série ophiolitique (serpentes et gabros). De ce point de vue, les observations d'ADAMOVIĆ L. (1905) sur les Pineraies des Balkans peuvent être étendues à l'ensemble de l'aire de *P. nigra* dans le sud-est de l'Europe. Cette liaison avec un caractère chimique du substrat peut s'expliquer par une aptitude particulière de l'espèce à subsister sur des terrains magnésiens, alors que la plupart des espèces végétales s'accommodent mal de telles conditions de nutrition. Cette aptitude expliquerait le caractère relique de beaucoup de stations primaires de *P. nigra* sur substrats magnésiens, où l'espèce a pu résister à la compétition des autres espèces forestières, soit les feuillus des biotopes subméditerranéens, soit les feuillus et les conifères des biotopes montagnards humides, soit même des espèces des biotopes méditerranéens à feuilles persistantes. Cette situation est plus particulièrement évidente dans la partie septentrionale de l'aire, en Autriche, dans le Frioul, les Karawanken, les Alpes juliennes, dans le Banat ou en Serbie orientale. De ce point de vue, le comportement de *P. nigra* mérite d'être rapproché de celui d'autres espèces végétales telles *Erica carnea*, *Daphne blagayana*, ou même *Buxus sempervirens*.

4) Les stations primaires de *P. nigra* apparaissent dans un gradient bioclimatique très ouvert. Dans la région la plus méditerranéenne, où les conditions climatiques ne permettent pas le développement d'un biotope montagnard humide à Hêtre, *P. nigra* apparaît comme l'espèce forestière des biotopes montagnards secs, en compagnie d'*Abies cephalonica*. Ces biotopes montagnards succèdent habituellement en altitude aux biotopes subméditerranéens des feuillus à feuilles caduques (*Quercus pubescens*, *Q. conferta*). Toutefois, lorsque le développement altitudinal est tronqué, les stations de Pin noir peuvent alors se trouver au contact des biotopes méditerranéens des feuillus à feuilles persistantes, comme dans les îles de la côte dalmate.

Lorsque le gradient bioclimatique comprend un étage montagnard humide à Hêtre, les stations de *P. nigra* se trouvent généralement à la limite entre la partie supérieure des biotopes subméditerranéens caractérisés par un groupe de feuillus à feuilles caduques : *Quercus pubescens*, *Q. conferta*, *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus ornus*, *Acer opalus* s.l. (*A. obtusatum* + *A. hicanum*) et la Sapinière-hêtraie.

En raison d'une grande variété de conditions de climats, ces situations peuvent se rencontrer aussi bien presque au niveau de la mer, comme sur la côte dalmate, qu'à 1.600 m d'altitude, en Grèce centrale.

Ainsi, quoique la capacité de *P. nigra* de soutenir la compétition naturelle avec les différentes essences forestières soit limitée à certaines conditions édaphiques, il apparaît que la plasticité de l'ensemble des populations de *P. nigra* vis-à-vis des conditions climatiques est très grande. Elle lui permet de pousser aussi bien en mélange avec

les conifères de l'Europe moyenne et septentrionale tels que *Abies alba*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, dans la zone continentale de l'Europe du sud-est, qu'avec les conifères méditerranéens, *Pinus halepensis*, et *P. brutia*, en Chalcidique et en Thrace, par exemple. En outre, lorsque le jeu de la compétition entre les principales essences forestières est modifié par l'action humaine, le dynamisme de *P. nigra* est très grand. Ce caractère a favorisé l'extension des pineraies secondaires. Il explique aussi que dans les conditions de reboisement artificiel, *P. nigra* puisse être employé avec succès dans une très grande variété de conditions écologiques. Cette plasticité pourrait être encore mieux utilisée en tenant compte des écotypes éventuels.

5) La distinction de sous-espèces géographiques, décrites non seulement au moment de la découverte de nouvelles stations (*dalmatica*, *banatica*), mais même plus récemment (NOVAK, 1953, SVOBODA, 1953) peut difficilement se justifier du point de vue phytoécologique. L'emploi du binôme *P. nigra* semble préférable tant que des unités infraspécifiques ne seront pas définies par des critères objectifs.

6) Il est évidemment probable qu'il existe des différences intéressantes aussi bien pour le botaniste que pour le forestier praticien parmi les nombreuses populations de l'espèce dans l'Europe du sud-est. Ces populations comme dans le cas d'autres espèces montagnardes telles que *Abies alba*, isolées depuis longtemps les unes des autres, ont sans doute évolué et divergé. Ces différences sont cependant certainement trop subtiles pour être saisies aisément par des caractères morphologiques comparés, même très fins, à partir d'échantillons prélevés dans leurs stations. Ces différences, écologiques aussi bien que morphologiques, ne semblent pouvoir être mises en évidence d'une façon sûre, que par des cultures expérimentales, comme celles entreprises par GATHY (1961), ROHRIG (1961) ou WRIGHT et BUNN (1962).

7) Pour des investigations toujours plus approfondies des écotypes et des provenances, l'étude de l'aire dans l'Europe du sud-est facilitera un échantillonnage et des hypothèses de travail. Il apparaîtrait ainsi intéressant de tester les différences entre les peuplements primaires et ceux que nous considérons comme secondaires, entre les différents substrats magnésiens et non magnésiens, entre les populations situées dans des domaines bioclimatiques très différents, par exemple, en domaine méditerranéen comme celles de la côte dalmate ou du littoral de la Macédoine (Strumica, Thassos, Sinthonia) et celles situées en domaine continental comme celles d'Autriche et du Banat.

Reçu pour publication en mars 1971.

SUMMARY

CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF « PINUS NIGRA » ARN. DISTRIBUTION AND ECOLOGY IN SOUTH EASTERN EUROPE

Pinus nigra Arn. (sensu lato) is known as a species of typically disjoint distribution in the mountains of the mediterranean region. This species is of great importance, for the production of its natural stands and for its use in afforestation work for production, protection or ornamental purposes. Due to the pattern of its geographical distribution, there are notable differences between populations from different parts of the area, so that numerous taxinomies

units considered as species, subspecies, or varieties have been described. Effective use of the species in the field of afforestation must take into account this infraspecific variability. This variability is and should be studied by means of provenances tests. But the provenances to be tested should be selected on the basis of a preliminary survey of the natural area.

There are numerous studies of different parts of the area, especially of the regions long used as seed sources, such as Austria, Calabria and Corsica. But these regions are peripheral to the main forest tracts of the species, estimated to cover 400,000 ha in Spain, 800,000 ha in south-east Europe and 1,000,000 ha in Turkey. These regions may also prove of value as seed sources and are worth investigation. The aim of this study has been to collect data on the geographical distribution and on the ecological conditions of black pine forests in south-east Europe, especially regarding vegetal environment and soil conditions.

These data have made it possible to prepare a map and also to draw the following conclusions :

1) The map confirms the very disjoint feature of the distribution in south-east Europe, in relation to topography and complex geological structures. It seems difficult to group the natural stands into a few geographical units with biological meaning.

2) Within the present black pine forests, it is necessary to distinguish primary stands and secondary pine forests, which have been extended due to human influence. Most of the primary stands are closely related to subsoils with magnesium, in fact dolomite or dolomitic limestones, or ophiolite (serpentine).

3) The primary and secondary stands of black pine occur over a wide bioclimatic gradient. The primary stands are generally in the mountain biotopes above the submediterranean biotopes, characterized by decidual broad leaved species such as *Quercus pubescens*, *Q. conifera*, *Ostrya carpinifolia*, *Acer opalus* (s. l.). So, in the range of mediterranean bioclimates, *P. nigra* belongs to the dry mountain bioclimate with *Abies cephalonica* (Southern Greece).

When the bioclimates are not mediterranean, as with Beech humid mountain bioclimates, *P. nigra* occurs in the transition zone between the above mentioned submediterranean biotopes and the Fir-Beech mountain biotopes.

Due to the great variety of climatic situations, *P. nigra* may occur in fact from the sea level to 1,800 m elevation. The ecological plasticity of its populations as a whole enable it to grow mixed with the middle and northern Europe conifers (*Abies alba*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*) as well as with mediterranean conifers (*Pinus halepensis*, *P. brutia*).

4) Taxinomic infraspecific units based only on geographical criteria seem not to be sound, from an ecological stand point.

5) In order to improve the biosystematic understanding of the species for forestry applications, it appears to be desirable to test the differences which might exist for instance between primary and secondary stands, between populations on various subsoils and in various bioclimates, as pointed out in the study.

ZUSAMMENFASSUNG

BEITRAG ZUR UNTERSUCHUNG DES VERBREITUNGSGEBIETES UND DER ÖKOLOGIE
VON « PINUS NIGRA » ARN. IN SÜDOSTEUROPA

Pinus nigra Arn. (sensu lato) hat in den Bergen des Mittelmeerraumes eine grosse Anzahl von Teilarealen, und zahlreiche taxonomischen Einheiten wurden bereits beschrieben.

In der vorliegenden Arbeit wird das bisher nur wenig bekannte Verbreitungsgebiet der Schwarzkiefer im Südosten Europas unter Berücksichtigung der ökologischen Bedingungen (Bodentyp und Vegetation) näher beschrieben :

- Die erarbeitete Karte lässt die Aufspaltung in zahlreiche Teilareale deutlich erkennen.
- Die Verteilung der Primärstandorte ist an Mg-reiche Substrate gebunden.
- Der « bioklimatische Gradient » der Schwarzkiefer ist sehr offen, sodass eine sehr grosse klimatische Anpassungsfähigkeit angenommen werden kann.
- Eine Unterscheidung von infraspezifischen taxonomischen Einheiten auf Grund ausschliesslich geographischer Kriterien ist nicht gerechtfertigt.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADAMOVIC L., 1909. *Die Vegetationverhältnisse der Balkanländer*, Leipzig.
- AICHINGER E., 1933. Vegetationskunde der Karawanken, *Pflanzensoziologie*, 2, Jena.
- AICHINGER E., 1951. Lehrwanderungen in das Bergsturzgebiet der Schütt am Südfuss der Villacher Alpe, *Angewandte Pflanzensoziologie*, 4, pp. 67-118.
- ANIC M., 1957. Crni bor u sjevernom Velebit (Croatia) — (Le Pin noir, dans la région nord de Velebit (Croatie), *Annales pro-expérimentales forest.*, Vol. XIII, pp. 461-508, Zagreb.
- BASSIOTIS C., 1967. Variation in characteristics of Black pine in Greece, *University of Thessaloniki*.
- BENZ R., 1915. *Pinus nigra* in den Gailtaler Alpen Carinthia, Jahr 105, pp. 24-25.
- BORZA A., 1931. *Die Vegetation und Flora Rumäniens* (Guide de la Sixième excursion phytogéographique internationale en Roumanie), pp. 44-56-63.
- BECK VON MANNAGERA G., 1895. Über die Verbreitung der Schwarzföhre in den nordwestlichen Balkanländern, *Zool. Bot. Ges. Wien (Compte-rendus), Sitzungsber.*, pp. 40-41.
- BRAUN-BLANQUET J., SINGH G. et VIEGER J., 1939. Prodromus der Pflanzen-gesellschaften, Klasse der Vaccinio-Piceetea, *S.I.G.M.A.*, Montpellier.
- CALLAHAM R. Z., 1963. La recherche sur les provenances, étude de la diversité génétique et de ses relations avec la géographie. Consultation mondiale sur la Génétique. *Stockholm, Doc. F.A.O./Foreign* 63-3/0.
- CELET P., 1962. Contribution à l'étude géologique du Parnasse — Kiona et d'une partie des régions méridionales de la Grèce continentale. *Annales géologiques des pays helléniques*, 1 — XIII, Athènes.
- CHENEVART C., et KATSIKATOS G., 1967. — Carte géologique de l'Eubée. *Institut de Géologie d'Athènes*.
- CRITCHFIELD W. B., et LITTLE E. L., 1966. Geographic distribution of the pines of the world. *U.S. Department of Agriculture, Forest Service*, pp. 97.
- DEBAZAC E. F., 1963. L'aire spontanée du Pin de Salzmann en France *Revue forest. fr.*, 10, 1963, pp. 768-784.
- DEBAZAC E. F., 1964. Le Pin Laricio de Corse dans son aire naturelle. *Rev. forest. fr.*, 31, 1964, pp. 188-215.
- DEBAZAC E. F., 1965. Les pineraies de Calabre et de Sicile. *Revue forest. fr.*, 10, 1965, pp. 662-673.
- DELEVOY G., 1949. Contribution à l'étude de quelques variétés de *Pinus nigra* Arn. en Belgique. *Travaux de la Station de Recherches de Groenendall*, n° 8, 9, 10, 11, 12.
- DOMAC R., 1958. Rasprostranjenje i sastav suma dalmatinskog crnog bora (*Pinus dalmatica* Vis) u Podrouju Biokova, *Acta Bot. croat.*, 17, pp. 177-179.
- DOMAC R., 1962. Sume dalmatinskog crnog bora (*Pinus dalmatica* Vis) na Biokovu, *Acta Bot. croat.*, 20/21, pp. 203-223.
- DOMAC V. R., 1965. Die Wälder der dalmatinischen Schwarzföhre (*Pinus nigra* Arn. ssp. *dalmatica* Vis. s. l.) in Jugoslawien. Berichte des Geobotanischen Institutes der Eidg. techn. Hochschule stiftung Rübel, 36, Zurich, pp. 102-116.
- DOMIN K., 1932. Mt Domugled, the Kazan Narrows, Ada Kalch and Varciorova. Spisy vydavane prirodoved fak. *Karlovy University*, pp. 122, 1, 44.
- DUMUTRIU TATARANU I., 1965. Studii asupra variabilitatii unor proveniente si forme de Pin negru de Banat din muntii cernei si carpatii portilor de fier (R. S. Romania) Valorea lor ca material initial de selectie. *Centrul dedocumentare tehnica - Pentru economia forestiera*.
- EM H., 1962. Sumske zajednice cetinara U.N.R. Makedoniji, *Bioloskiglasnik glasniki*, 15, p. 1, 32.
- EMBERGER L., 1960. *Les végétaux vasculaires* (Chadefaud M. et Emberger L.), Traité de Botanique. Paris (p. 16, fig. 10).
- FEKETE G., 1959. Angaben zur Zönologie der moesischen Schwarzföhrenwälder. *Acta bot. Acad. Sci. hung.*, 5, pp. 327-347.
- FROHLICH J., 1934. Die Borja Planina, *Central Blatt f.d.h. Forstwesen*, pp. 65-72.
- FUKAREK P., 1958. Contribution à l'étude de la position systématique et de l'aire des pins noirs. Radova Poljoprivrednu Sumarskog. *Travaux de la Faculté agronomique et forestière de l'Université de Sarajevo*, n° 3, pp. 3-92.
- FUKAREK P., 1958. Die standortsrasen der Schwarzföhre (*Pinus nigra* Arn. sens lat.), *Cbl. ges. Forstw.*, 71, (3/5) (203-7).
- GAMS H., 1930. Über die Reliktföhrenwälder und das Dolomitphänomen *Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich*, 6, 32, 80.
- GANIATSAS C., 1963. La végétation et la flore du Mont Athos Thessalonique.

- GATHY P., 1957. Recherches belges sur la variabilité génétique des espèces forestières (Research in Belgium on the genetic variability of forest species), *Silvae Genet.*, 6, (1/2), 1957 (32-8).
- GATHY P., 1961. Etudes de quelques caractères de forme de diverses races de *Pinus nigra* Arn. *Bull. de la Soc. Roy. forest. Belgique*, 68, n° 12.
- GEORGEVITCH P., 1931. *Pinus nigra* var *Gocensis*, *Ost. Bot. Zeitschrift*, 80, 4, pp. 328-336.
- GEORGESCU C. C., 1934. Etude phytogéographique dans le bassin inférieur de Cerna-Tale. *Analele institutului de cercetari si experimentale forestiera*, 1, 1, pp. 71-133, Bucarest.
- GEORGESCU G., 1936-37. Neue Beiträge zur Systematik der Schwarzföhre. *Repet. spec. nov. reg. veget.*, XLI, 1937, 181-853, Berlin-Dahlem.
- GIACCOBE A., 1937. Recherches écologiques et techniques sur *Pinus laricio* Pois et sur *Pinus austriaca* Hoss. *Nuovi Annali dell'Agricoltura*, 163 p.
- HARALAMB A. T., 1937. O Statiune de *Pinus banatica* Georg. et Ion. si *Pinus silvestris* L. pe valea sohodolulin de runc in oltenia. *Revista padurilor*, 7.8/-, 15 p.
- HORVAT I., 1958. Prilog Poznavanju Borovih i Smrekovih Suma Male kapele. (Contribution à la connaissance des forêts de pin et d'épicéa à Mala Kapela). *Sumarski list — Glasilo sumarskog Društva Hrvatske. Juli-August-Septembar*, pp. 225-250.
- HORVAT I., 1962. Vegetacija planina zapadne Hrvatske. (La végétation des montagnes de la Croatie d'Ouest). Izdaje Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti. Prirodoslovna istrazivanja/Hnjiga 30. *Acta Biologica II, Zagreb*, pp. 179.
- HORVATIC S., 1958. Tipolosko rasclanjenje primorske vegetacije gariga i Borovih Suma. (Classification typologique de la végétation des garrigues arbustives et des forêts de pins dans le littoral adriatique oriental). Institut za sumarska i lovna istrazivanja nr hrvatske, *Prestampano iz Acta Botanica Croatica*, vol. XVII, Zagreb, pp. 98.
- HOSS F., 1825. Beschreibung der Schwarzföhre. Zur Flora oder. *Botanischen Zeitung*, pp. 113-131.
- JOVANCEVIC M., 1961. Prirodna halazista crnog bora *Pinus nigra* ssp. *dalmatica* vis, na otoku Korčuli. Stations naturelles de *Pinus nigra* dans l'île de Korčula Dalmatie, *Nor. Sömar — Sara-jevo*, 15 (3/4), 1, pp. 147-154.
- JOVANOVIĆ B., 1955. *Waldphytocenosen und Standorte der Suva Planina*, Belgrade.
- JOVANOVIĆ B., 1959. *Beitrag zur Kenntnis der Waldphytocenosen*, Am Goc.
- JURHAR B., 1960. Posebna rasa crnega bora v slovenskih Alpah. (Une race spéciale de Pin noir dans les Alpes slovènes). *Gozd. Vestn.*, 18 (6), 1960; pp. 161-71.
- KNAPP R., 1942. Zur Systematik der Wälder, Zivergstrauchheiden und Trockenrasen des eurosibirischen Vegetationskreises. *Arb. - Zentralstelle Vege. - Kart. - des Reiches, Beil.*, 2, 12, *Rundbrief*.
- KRAPFENBAUER A., 1969. Böden auf Dolomit und serpentinit in ihrer Auswirkung auf die Walterhöhung. *Central Blatt für das Gesamte. Forstwesen*, 4, 1969 (12), pp. 189-218.
- LEIBUNDGUT H., 1958. Beitrag zur Rassenfrage bei der Schwarzföhre. A contribution to the problem of races of *Pinus nigra*. *Cbl. ges. Forstw.*, 75 (315), pp. 197-202.
- NOVAK F., 1953. Borovice neboli Sosna in Kliku, Novaksiman, Kavka Jehlienaté, pp. 217-225. *Ceskosl. Akadem. Véd. Sekce biologicka*, S.V. 2, Prague.
- OZENDA P., 1964. *Biogéographie végétale*, Paris.
- PAVLOVIC Z., 1951. La végétation de la montagne Zlatibor. *Zbornik radova Instituta za edologiju i biogeografiju S.A.N.S.V.*, 11, Belgrade, pp. 115-182.
- PAVLOVIC Z., 1964. Borove Sume na Serpentinama U Srbiji. *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle*, Belgrade, Série B, Livre 19.
- PASCOVSKI S., 1951. Inseminari dendrolofije si floristice. *Studii si cercetari (I.C.E.F.)*, 12, pp. 137-153.
- PETRASCHEK K., 1928. Die Schwarzkiefer auf serpentine. *Wochenschrift Silva*, XVI, pp. 147-148.
- RITTER-STUDNICKA H., 1956-1957. Beitrag zur ökologie der serpentinflora in Bosnien. *Vegetatio*, tome VII, pp. 89-98.
- ROCHEL A., 1828. *Plantae Banatus rariores, Pesiini*.
- ROHRIG E., 1964. Black Pine (*Pinus nigra* Arnold) and its varieties. Part. I Natural stands. *Transl. For. Comm. Lond.*, N° 144, *Transl. by J.M.B. Brown from Silvae Genet.*
- ROHRIG E., 1966. European black pine (*Pinus nigra* Arnold) and its forms. II. First results from provenance experiments. *Silvae Genetica*, t. 15, 21-26.
- SECKENDORFF A., 1881. *Beitrage zur Kenntniss der Schwarzföhre*, Wien, p. 81.
- SCHWARZ H. Anbau der Schwarzkeifer, *Dtsch., Forstwiss.*, 21, 1109 (1939).
- TOMAZIC G., 1940. Asociacija borovih gozdov v sloveniji I Bazilni borovi gozdi. *Rasprave Matm. prirodosl. razreda Akadem. znanosti in umetn. v Ljubljani Knj I.*, 1940, pp. 77-120.
- TOMAZIC G., 1942. Asociacija borovih gozdov v sloveniji II Acidifilni borovi gozdi. *Rasprave Matem. prirodosl. razr. Akadem. znanosti in umetn. v Ljubljani. Knj II.*, 1942, pp. 161-214.

- TOMAZIC G., 1949. Asociacija borovih gozdov v Sloveniji III Jasasti borovi gozdi. *Razprave Matem. prirodosl. razr. Akadem. nam. in umetnostiv Ljubljani knj IV*, 1949, pp. 160-203.
- VIDAKOVIC M., 1953. Znacenje anatomske grade iglica kod svotja crnog bora u Jugoslaviji. (Importance of the anatomical structure of needles in (distinguishing) *Pinus nigra* subspecies in Yugoslavia). *Sum. List*, **79** (7/8), pp. 244-53.
- VIDAKOVIC M., 1960. Znacenje cesera sjemenk i ujihovih Krilaca za sistematiku i za odrenivanje provenijencije crnoga bora. (The significance of cones, seeds and their wings in taxonomy and in the determination of *Pinus nigra* provenances). *Glasn. sumske Pokuse*, n° **14**, pp. 383-437.
- VISIANI R., 1842. *Flora dalmatica*.
- WAGNER H., 1942. Die Trockenrasengesellschaften am Alpenostrand. *Akad. Wiss. Wien. Math. Naturwiss. Kl. Denkschr.*, **104**.
- WENDELBERGER G., 1962. Das Reliktorkommen der Schwarzföhre (*Pinus nigra* Arnold) am Alpenostrand. *Ber. dtsh. bot. Ges.*, **75**, pp. 378-386.
- WENDELBERGER G., 1963. Über das Vorkommen der Schwarzföhre in Niederösterreich. *Allgemeine Forstzeitung*, **74**, 7/8, pp. 75-77.
- WENDELBERGER G., 1963. Die Schwarzföhrenwälders Sudemopas. *Mitt. der Flor-soziologischen Arbeitsgemeinschaft*, Heft **10**, pp. 130-148.
- WRIGHT J. W., et BULL W. I., 1962. Geographic variation in european black pine. *Forest Science*, Vol. **8**, n° 1, pp. 32-47.

Athènes, janvier 1971.

PLANCHE I

1. *Pin noir sur crête dolomitique, dans la vallée de la Kokra, au nord de Kranj (Slovenie) (cf. carte, Station n° 8)*
2. *Futaie de Pin noir à Malakapele, Vrkovine (Croatie) (cf. carte, Station n° 23)*
3. *Futaie de Pin noir sur versant dolomitique dans la vallée de la Duboka, près de Bugojno (Bosnie) (cf. carte, Station n° 27)*
4. *Futaie élevée de Pin noir, forêt de Gabra, près de Kustendil (Bulgarie) (cf. carte, Station n° 39)*

PLATE I

1. *Black Pine on dolomitic hill, in the Kokra river Valley, north of Kranj (Slovenia), see map, site n° 8*
2. *Black Pine forest at Malakapele, Vrkovine (Croatia), see map, site n° 23*
3. *Black Pine forest on dolomitic slope in the Duboka valley, near Bugojno (Bosnia), see map, site n° 27*
4. *High stand of Black Pine, Gabra forest, near Kustendil (Bulgaria), see map, site n° 29*

Ann. Sci. forest., 1971, 28 (2).

PL. I

FIG. 1

FIG. 2

FIG. 3

FIG. 4

E.-F. DEBAZAC

PLANCHE II

5. *Peuplement âgé avec des arbres dépassant 50 m de hauteur totale à Cernapoda, dans la vallée de la Tara, Montenegro (cf. carte, Station n° 31)*
6. *Bouquets de Pins noirs sur croupe dolomitique, forêt de Statinica-Racica, près de Konjic, Herzegovine (cf. carte, Station n° 32)*
7. *Vieille futaie claire de Pin noir sur flysch, à 1.600 m d'altitude près de Samarina, Nord du Pinde (Grèce) (cf. carte Station n° 57)*

PLATE II

5. *Old stand, with tree more than 50 m high, Cernapoda, Tara river valley, Montenegro, see map, site n° 31*
6. *Groups of Black pines on dolemitic hill Statinica. Racica forest near Konjic, Herzegovine, see map, site n° 32*
7. *Old Black Pine stand, square trees, on flysch soil, 1.600 m altitude, near Samarina, North of Pinde (Greece), see map, site n° 57*

FIG. 5

FIG. 6

FIG. 7