

SILVA MEDITERRANEA

Comité des questions forestières méditerranéennes

LE PIN PIGNON

(Pinus pinea L.)

M. AGRIMI O. CIANCIO

1993



Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

LE PIN PIGNON

(Pinus pinea L.)

M. AGRIMI¹ O. CIANCIO²

1993

¹ Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse, Università della Tuscia - Viterbo.

² Istituto di Assestamento e Tecnologia Forestale - Università di Firenze.

RIASSUNTO³

P. pinea è una specie isolata e di difficile interpretazione tassonomica. Il suo portamento è inconfondibile. E' ben nota, sin dall'antichità, per i semi eduli, molto ricercati in pasticceria. L'areale naturale è legato alla regione mediterranea settentrionale a partire dalla quale è stato diffuso in tutta l'area del Mediterraneo. Le pinete più estese, in parte di origine naturale, si trovano nella penisola Iberica, in Turchia e in Italia. Elio-filo, termofilo e xerotollerante, il pino domestico predilige suoli profondi a tessitura sabbiosa, con falda profonda 1-2 m e temperatura media annua superiore a 15 °C. La salinità del suolo costituisce un fattore limitante. Sopporta un elevato tenore di calcare nel terreno grazie alla micorrizzazione.

L'impianto, con piantine allevate in contenitore, si effettua entro e non oltre sei mesi per evitare la deformazione dell'apparato radicale. Si procede per semina nel caso di rimboschimenti protettivi o su suoli sabbiosi. Le cure colturali sono determinanti per l'avvenire del popolamento.

I tipi strutturali più frequenti sono: popolamenti coetanei, popolamenti disetanei e popolamenti misti. Il trattamento coetaneo, legato alla produzione di frutto, è stato generalmente privilegiato a scapito dei popolamenti a struttura complessa in cui la rinnovazione naturale rappresenta la regola.

Il trattamento delle pinete specializzate per la produzione di frutto tende a ottimizzare la produzione del pinolo conciliandola con quella di legno. Nelle pinete di proprietà pubblica si favorisce la produzione mista di legno e frutto. Entrambi i trattamenti prevedono, allo scadere del ciclo, il taglio raso con rinnovazione artificiale posticipata.

Il modello selvicolturale proposto per i popolamenti a profilo pluristratificato non è riconducibile a una norma, ma a un sistema di tagli modulari che si traduce: a) in interventi cauti e ripetuti a brevi intervalli; b) nel rilascio, al momento della raccolta, di almeno il 20% dei coni; c) nel controllo dei fattori di disturbo; d) nella verifica costante e capillare dei risultati ottenuti.

Rilevanti sono le funzioni paesaggistiche, estetiche e ricreative svolte dalle pinete litoranee.

La specie è di notevole valore per la costituzione di impianti a scopo protettivo.

La costituzione di arboreti da frutto mediante innesto appare di notevole interesse per ottenere piante altamente produttive. L'altezza ridotta delle piante facilita il lavoro di raccolta manuale dei coni che sulle piante di normali dimensioni è molto faticoso e rischioso.

Per la raccolta del frutto nelle pinete sono stati sviluppati sistemi meccanizzati. L'impiego dei sistemi tradizionali è opportuno nelle pinete con fitto sottobosco e a struttura pluristratificata.

Il legno, abbondantemente resinoso, resistente all'umidità, viene utilizzato in fa legnameria corrente e per la produzione di cellulosa e di pasta meccanica.

³ Le texte original est en italien.

I

Altri prodotti sono la resina, la corteccia tannica e un olio estratto dai pinoli. Il pascolo in pineta rada può rappresentare un'altra fonte di reddito.

I programmi di miglioramento genetico mirano a ottenere cloni o varietà per la creazione di arboreti da frutto. Popolamenti per la produzione di seme sono stati selezionati in Italia, Spagna e Turchia. Sei provenienze sono state individuate in Turchia. Altre provenienze sono riconoscibili in Spagna.

Svariati organismi animali e vegetali possono determinare infestazioni e infezioni nelle pinete. L'inquinamento degli aerosol marini e quello atmosferico sono tra le cause principali di deperimento delle pinete. La presenza eccessiva e incontrollata di pascolo e selvaggina e gli incendi rappresentano altri gravi fattori di rischio.

SUMMARY

From a taxonomic point of view, the stone pine (*P. pinea* L.) is an isolated species, very difficult to classify. Its shape makes it impossible to confuse with any other pine. This tree has been well known since the olden times for its seeds which are very appreciated for pastry. It originates from the north of the Mediterranean region and from there has spread all around the Mediterranean area. The most important stands, partly natural and partly planted, are located in the Iberian Peninsula, Turkey and Italy. The stone pine prefers warm and sunny environmental conditions, deep and sandy soils with water table at a depth of 1-2 m. It is draught tolerant. The optimal annual average temperature is above 15 °C. Salinity of the soil is a limiting factor. High standards of limestone are tolerated due to mycorrhizes.

Plantations are generally established with potted seedlings which must be less than six months old in order to avoid a permanent deformation of the root system. Direct sowing is recommended both for protective afforestation and in sandy soils. Tending is determinant for the survival of the stand.

The most frequent types of structures are: even-aged forest, uneven-aged forest and mixed forests composed of hardwoods and other pines. Silvicultural systems aiming at obtaining even-aged stands from plantations, more suitable for fruit production, have been preferred to those dealing with complex structures, where natural regeneration is the rule.

The objective of the management of the fruit producing pine stands is to optimize this function making it compatible with some timber output. The mixed production of cones and timber is predominant in the state-owned pine forests. In both cases, the stands are clear cut at the end of the rotation and replanted.

The silvicultural model suggested for multistoried stands is not based on a predefined model but on a system of "modular clearings" which includes light operations, repeated at short intervals, to leave on the trees at least 20% of the cones at the time of collection, and to check frequently and in detail, the effects of this management.

Many important functions of the coastal pine stands are now acknowledged (aesthetic, recreative, etc.). Stone pine is very useful for establishing protective plantations.

Planting grafted orchards achieves high producing stands. The reduced height of the trees facilitates cone harvesting, which is tiring and dangerous work on trees of normal size.

Systems have been developed for mechanical harvesting of the cones but the traditional methods are preferable in the forests with closed undergrowth and multistoried structure.

The timber of the stone pine contains a lot of resin and is humidity resistant; it is utilised for common carpentry and pulp (including mechanical pulp) production.

Other products are resin, tannin from bark and oil from the seeds. Grazing in open stands could produce some additional income.

The purpose of genetic improvement programmes is to obtain clones or varieties for planting grafted orchards. Some seed stands were selected in Italy, Spain and Turkey where six provenances

were identified, as well as others in Spain.

Many insects and fungi are responsible for diseases in pines. Pollutants from sea mist and air are another cause of deterioration. The equilibrium of the ecosystem can also be heavily disturbed by overgrazing from livestock and/or game and by wildfires..

RÉSUMÉ

Pinus pinea est une espèce botaniquement isolée et d'interprétation taxonomique difficile. Son port est incomparable. Le Pin pignon est bien connu depuis la plus haute antiquité pour ses amandes très utilisés en pâtisserie. Son aire de diffusion naturelle est principalement la Méditerranée septentrionale, mais il est très répandu sur tout le pourtour méditerranéen. Les pinèdes les plus étendues, en partie d'origine naturelle, se trouvent dans la péninsule Ibérique, en Turquie et en Italie. Le Pin pignon est héliophile, thermophile (température moyenne annuelle supérieure à 15 °C) et xérotolérant; il préfère les sols profonds à texture sableuse avec une nappe phréatique à 1 ou 2 m de profondeur. La salinité du sol est un facteur limitant. Grâce à la présence des mycorhizes, l'espèce supporte une teneur du sol élevée en calcaire.

La plantation se fait avec des semis élevés en conteneur, dans lesquels ils ne doivent pas séjourner plus de six mois afin d'éviter une déformation définitive des racines en chignon. On peut utiliser le semis direct en cas de reboisements de protection ou sur des sols sablonneux. Les soins culturaux sont déterminants pour l'avenir du peuplement.

Les types structuraux les plus fréquents sont les peuplements équiennes, les peuplements inéquiennes et les peuplements mixtes. On préfère, généralement, le traitement en futaie régulière, lié à la production de fruits, au détriment des peuplements à structure complexe, où la régénération naturelle est la règle.

L'aménagement des pinèdes à vocation de production de pignes est conçu de manière à optimiser la production de pignes, tout en la rendant compatible avec celle de bois. Dans les pinèdes du domaine public, on favorise la production mixte bois et pignes. Les deux traitements prévoient, à la fin du cycle, la coupe à blanc suivie de replantation.

Le modèle sylvicole proposé pour les peuplements à profil pluristratifié ne peut être contenu dans une norme: il relève d'un système de coupes modulaires d'intensités modérées et pratiquées à brefs intervalles, à laisser sur l'arbre, au moment de la récolte, au moins 20% des cônes, à contrôler les facteurs de perturbation et à vérifier d'une façon constante et détaillée les résultats des interventions.

Les rôles du Pin pignon dans le paysage, sur les plans esthétique et récréatif sont très importants.

L'espèce a une valeur remarquable pour la réalisation de plantations à but de protection.

La constitution de plantations fruitières greffées est très intéressante pour anticiper et améliorer la production. Le travail de récolte des cônes, malaisé et dangereux, devient plus facile sur ces arbres de taille réduite.

Des systèmes mécanisés pour la récolte des cônes ont été développés dans les pinèdes. Toutefois, l'emploi des méthodes traditionnelles est recommandé dans les pinèdes où le sous-bois est dense et qui ont une structure pluristratifiée.

Le bois, très résineux et résistant à l'humidité, est utilisé en menuiserie et pour la production de cellulose (y compris des pâtes mécaniques).

VI

En plus du bois, le Pin pignon peut produire de la résine, du tannin (à partir de son écorce), et une huile que l'on extrait des pignes. Le pâturage peut également procurer quelques revenus.

Les programmes d'amélioration génétique visent à obtenir des clones ou des variétés destinés à la création de vergers greffés. Des peuplements à graines ont été sélectionnés en Italie, en Espagne et en Turquie. Plusieurs provenances ont été identifiées dans ces deux derniers pays.

De nombreux organismes animaux et végétaux sont des ravageurs des pinèdes. La pollution de la mer et de l'atmosphère sont parmi les causes principales du dépérissement des pinèdes. Le pâturage excessif et non contrôlé, le gibier et les incendies sont d'autres graves facteurs de risque pour les pinèdes.

Note liminaire

La terminologie suivante a été adoptée:

On distingue la **pigne** qui désigne l'amande comestible, de la **graine** qui est, elle, composée de l'amande et de sa coque.

Le **fruit** est constitué par le **cône**.

VIII

Préface

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Messieurs les professeurs G. Bernetti, M. Cantiani, P. Capretti, E. Corona, E. Giordano, L. Hermanin de Reichenfeld, R. Mercurio, R. Morandini, G. E. Scarascia Mugnozza; B. Schirone et R. Tiberi pour la lecture critique qu'ils ont faite du présent document et pour les suggestions qu'ils ont faites.

LE PIN PIGNON ⁴

PINUS PINEA L.: Pin pinier, Pin parasol (Fr); Pinie (All.); Stone Pine (Angl.); Pino piñonero (Esp.); Pino domestico (It.); Pinheiro manso (Port.); Piniija (Slov.); Fistikçami (Tur.).

1. LE GENRE *PINUS*

1.1. Taxonomie

Parmi les pins méditerranéens, *P. pinea* est considéré comme une espèce isolée et difficile à classer d'un point de vue taxonomique. Son incompatibilité au croisement avec tous les autres pins est bien connue et en est la preuve (MIROV, 1967).

Si le Pin pignon (*Pinus pinea* L.) appartient sans conteste à la famille des *Pinaceae* (sous-famille des *Pinoideae*), les avis divergent pour ce qui est d'une localisation plus fine. Nous ne prendrons pas position.

Ainsi:

- DEBAZAC (1977), divise le genre *Pinus* en deux sous-genres: *Strobus* et *Pinus*. Ce dernier, auquel appartient le Pin pignon, est caractérisé par des aiguilles contenant deux faisceaux libéro-ligneux, des euphylls décurrentes sur le rameau, une gaine persistante, un cône avec ombilic de l'écaille toujours dorsal. Le sous-genre *Pinus* se subdivise, à son tour, en 6 sections, dont la sixième -la section *Pinea-* comprend uniquement l'espèce *Pinus pinea* L. En accord avec SHAW (1914), DEBAZAC signale que certains caractères comme la coque ligneuse des graines, leur aile courte, les trachéides transversales à parois minces et sans ornementation rapprochent cette espèce des Pins de la section *Parryana*. Cependant, ses euphylls décurrentes et les cônes à maturation triangulée permettent de le classer à part.

- GAUSSEN (1960), classe *P. pinea* dans la sous-section *Cembroïdes* de la section qu'il nomme *Parryanoïdes*.

- LITTLE et CRITCHFIELD (1969) considèrent cette espèce comme la seule qui appartienne à la sous-section *Pineae* de la section *Ternatae* Loud., sous-genre *Pinus*.

1.2. Caractéristiques.

1.2.1. Caractéristiques morphologiques et anatomiques.

Arbre à port typiquement "en parasol", le Pin pignon peut atteindre 30 m de haut et plus de 6 m de circonférence⁵.

⁴ Le présent document a été rédigé dans le cadre du projet Pin pignon FAO - *Silva Mediterranea*.

⁵ A Delianuova (Calabre), on peut admirer un pin pignon de taille gigantesque. Cet arbre a été planté par le médecin Francesco Saverio Tornatora dans le jardin potager de la famille Tornatora aussitôt après le séisme de 1783. En 1923, pour sa taille et sa beauté remarquables, ce pin fut déclaré par le Ministère de l'Instruction publique " de remarquable intérêt public " au sens de la loi du 2 juin 1922, A. 778. En 1989, la circonférence du fût à hauteur d'homme était de 6,40 m et les diamètres perpendiculaires de la couronne étaient respectivement de 31 et 40 mètres environ (IOVINO, 1993 com. pers.)

Le fût est cylindrique et se divise rapidement en branches d'importance presque égale. Chez les jeunes arbres, le houppier est globulaire; ultérieurement, les extrémités des branches latérales atteignent la partie supérieure de la couronne, lui conférant son port particulier. Les arbres perdent les branches les plus basses par élagage naturel.

La longévité du Pin pignon est d'environ 200 à 250 ans, mais certains auteurs ont signalé des exemplaires de plus de 400 ans (GONZALES VASQUEZ, 1947; FEINBRUN, 1959).

Le rhytidome, initialement écailleux, brun rouge, devient crevassé et se divise en grandes et longues plaques d'un gris assez clair et, à l'intérieur, de couleur rouge cannelle.

La ramification est monocyclique et les rameaux de l'année sont d'un gris verdâtre.

Sur les rameaux, les aiguilles sont réunies, généralement fasciculées par deux, sur des brachyblastes, avec, à leur base, une gaine scariose et persistante, longue de 6 mm environ, subéreuse et rougeâtre dans la moitié inférieure, puis hyaline.

Les aiguilles, d'un vert glauque, longues de 10 à 20 cm, de 1,5 à 2 mm d'épaisseur, sont flexibles, en forme de croissant, dentelées; l'apex est pointu et souvent jaunâtre; elles tombent la 3^{ème} ou la 4^{ème} année; la section des aiguilles est semi-circulaire. Les canaux résinifères (45 μ) sont en contact avec l'hypoderme, entourés par des cellules peu différenciées; l'hypoderme est formé par 1 à 2 couches de cellules épidermiques à section carrée (12-16 μ); les lignes stomatiques sont présentes sur les deux faces des aiguilles; les stomates sont peu visibles.

Les bourgeons sont cylindriques, pointus, avec des écailles réfléchies, d'un brun clair, frangées de blanc; ils ne sont pas résineux.

Sur des sols sableux, le système racinaire du Pin pignon comprend d'abord un pivot avec peu de racines latérales; ces dernières colonisent les couches les plus superficielles du sol en se développant surtout horizontalement. Ces racines latérales se subdivisent plus ou moins dichotomiquement donnant finalement naissance à un ample système d'exploration du sol, complexe et multistratifié (FILIGHEDDU, 1962; PADULA, 1968; PROFILI, 1993).

Par rapport à d'autres espèces, la profondeur atteinte par le pivot du pin pignon est relativement faible. A Ravenne, on a observé une profondeur maximum de 88 cm à 12 ans (PADULA, 1968); à Alberèse, la longueur maximum atteinte varie entre 90 cm (pour un Pin âgé de 12 ans) et 180 cm (pour un pin âgé de 128 ans). La proximité de la nappe phréatique favorise le développement du système racinaire superficiel en limitant l'allongement du pivot (CABANETTES et RAPP, 1978).

L'importance du développement horizontal du système racinaire est typique du Pin pignon. A titre d'exemple, dans la pinède d'Alberèse, la longueur des racines latérales d'arbres dominés, âgés de 24 et 31 ans, est comprise entre 2,5 et 2,7 m. La longueur maximum de racine latérale (37,80 m), a été atteinte par l'arbre le plus haut (14,27 m) et le plus vieux de l'échantillon (128 ans).

D'autres particularités morphologiques ont été observées, telles que la compénétration et l'anastomose entre les racines de plusieurs individus, indice de la sociabilité de l'espèce; le changement de direction (jusqu'à 90°) de certaines racines, sans raison apparente; la conformation en "T" d'autres racines; la présence, fréquente, de sinkers, c'est-à-dire de racines verticales, partant de racines horizontales, et qui pénètrent dans le sol comme de petits pivots et qui se ramifient en de

nombreuses racines capillaires, une fois atteint le niveau de la nappe. On a mis, enfin, en évidence des rootballs (racines se terminant en boules): cette conformation est probablement due à leur immersion permanente dans l'eau de la nappe (PROFILI, 1993).



Photo 1 - Un cône de la troisième année avec son rameau (*Photo Mercurio*)

L'étude menée à Alberèse a mis aussi en évidence que la plus grande partie des racines se développe à l'extérieur du couvert de la couronne: on a pu calculer ainsi que pour l'un des arbres observés la surface occupée par son système racinaire est 53 fois celle couverte par sa couronne (PROFILI, 1993).

Dans l'aire expérimentale de Petit Saint-Jean, CABANETTES (1979) a mis en évidence l'existence quelle soit la taille des pins, d'un double (parfois triple) système racinaire: à partir d'un pivot principal de 70 à 155cm de long, un premier réseau se développe de la surface à une profondeur de 5 à 20 cm; le deuxième occupe une tranche plus ou moins profonde de sol, en fonction de sa richesse en éléments organo-minéraux et bio-éléments, ainsi que de sa capacité de rétention hydrique. La plus grande partie du système racinaire est contenue dans les 60 premiers centimètres du sol, environ, mais les arbres adultes développent des racines plus basses dans la zone où elles restent en contact avec la frange capillaire de la nappe, même pendant l'été.

1.2.2. Organes de reproduction.

Les arbres, monoïques, forment des inflorescences unisexuées. L'époque de floraison est comprise entre mai et juin.

Les chatons mâles sont placés à la base des rameaux de l'année. Ce sont des inflorescences cylindriques, jaune verdâtre teinté de brun, formées d'écailles imbriquées, avec de nombreuses étamines, chacune avec deux sacs polliniques; les microsporophylles commencent à se différencier en

automne. Les nombreuses inflorescences mâles naissent d'apex du type que ceux donnant naissance aux brachyclades. La période de pollinisation est comprise entre avril et juin avec un maximum au mois de mai, c'est-à-dire beaucoup plus tard que le maximum de pollinisation du pin d'Alep et du *P. maritime*. Après la chute du pollen, les chatons sèchent et tombent.

Les macrosporophylles sont terminaux ou sub-terminaux et apparaissent sous les bourgeons. Leur forme est globulaire, ovoïde. Ils sont vert clair, striés de rouge vineux. Ils prennent la forme d'un cône ligneux dans lequel les écailles qui portent les ovules et les bractées couvrantes sont toujours indépendantes.

Les inflorescences femelles, issues des macroclades, apparaissent, par une, deux ou plus; ces macroclades génèrent d'abord des feuilles écailleuses, à l'aisselle desquelles se forment les apex des brachyclades. Chaque apex méristématique donne naissance à une inflorescence femelle. Les macrosporophylles apparaissent au milieu de l'automne ou au début de l'hiver. Les écailles des inflorescences femelles s'ouvrent en mai.

En avril de la première année, les cônelets sont encore petits (environ de 20 mm de long), et pédonculés; les ombilics de leurs écailles sont hérissés, non mucronés. La deuxième année, ils atteignent la dimension d'une noix et la troisième année, leur taille définitive (Photo 1).

Les cônes sont solitaires (rarement réunis par 2 ou 3), sub-sessiles, résineux. D'abord d'un vert foncé à nuance violette puis de couleur ocre brun brillant, arrondis, ovoïdo-coniques, de 8 à 14 cm de long, de 7 à 10 cm de large, ils ont des écailles en écusson renflé, à ombilic peu saillant.

Les graines, grosses, à coque ligneuse sont groupées par deux à la base de chacune des écailles. De forme ovée-oblongue, elles ont 15 à 20 mm de long et 7 à 11 mm de large et sont couvertes d'une poudre brunâtre que l'on peut facilement enlever. Ces graines sont munies d'une aile courte et caduque. Elles sont comestibles et contiennent une amande riche en amidon et en huiles essentielles.

1.2.3. Fructification et reproduction.

La fructification commence dès l'âge de 15 à 20 ans, mais la production de graines n'est abondante que tous les 3 ou 4 ans seulement (parfois 5 ou 6).

Une corrélation positive a été mise en évidence entre les pluies du bimestre février-mars de la première année, et la production de cônes pendant l'automne de la troisième année⁶. Par contre, la pollinisation du gamétophyte féminin et la production consécutive de cônes ne sont pas particulièrement influencées par la pluviosité pendant la période de floraison (POZZERA, 1959).

Les graines mûrissent pendant l'automne de la troisième année. Les cônes s'ouvrent au printemps suivant et restent plusieurs années sur les rameaux.

La dissémination, barochore, est limitée dans l'espace en raison du poids des graines, et de l'aile courte et caduque. Elle peut être facilitée par l'activité des petits rongeurs.

VABRE-DURRIEU (1956), classe le Pin pignon parmi les espèces à graines qui n'ont pas de dormance. Le pouvoir germinatif varie de 70 à 90%, il dure en moyenne de 4 à 6 mois et peut se prolonger plus d'un an, si l'on conserve les graines au froid sec.

⁶ La maturation des cônes est trisannuelle Cf par. 1.2.2.

Le poids de 1000 graines est de 800 g environ (ALLEGRI, 1949).

La température optimale pour la germination est comprise entre 16 et 19 °C, et les températures supérieures à 25°C ou inférieures à 10°C arrêtent les processus de germination. La germination n'a pas lieu en été car, pendant cette saison, les températures moyennes dépassent 20 °C, influant sur l'aridité du substrat; des températures dépassant 25 à 28°C pendant dix jours amènent les graines à un stade de repos qui ne cesse qu'au retour de conditions thermiques favorables. En hiver, la germination est réduite par des températures comprises entre 10 et 15 °C.

Une humidité du substrat de 15 à 25% assure une bonne germination (FERRARI, 1950; BONCOMPAGNI, 1952; MAGINI, 1955), alors qu'un excès d'humidité la ralentit (LOISEL, 1976).

Pour se développer, les plantules exigent un sol profond: on a parfois observé la mort des jeunes pousses quand les sols avaient une épaisseur inférieure à 5 cm.

Les feuilles primaires hétéromorphes (euphylls), aciculaires, aplaties, dentelées, d'une couleur glauque argentée apparaissent sur la plantule d'un an. Quelques mois plus tard, elles sont remplacées par les aiguilles définitives. Ensuite, sur les rameaux, les euphylls, imbriquées, deviennent scariées et décurrentes.

La partie aérienne atteint, la première année, 3 à 6 cm de haut. La plantule développe un robuste hypocotyle (2 à 5 mm d'épaisseur). Les cotylédons, au nombre de (7-9) 10-13 (14-17), à section transversale triangulaire, mesurent 50 à 60 mm de long; leur apex est aigu. Les arêtes portent des poils longs et blancs. Dans l'ensemble, la plantule prend une couleur glauque cendrée.

1.2.4. La variété fragilis Duhamel

La variété la plus connue de *P. pinea* L. est la variété "fragilis" Duhamel, qui produit des graines à coque fragile. Ce caractère est considéré comme un avantage par certains (plus grande facilité de traitement des pignes), ou comme un défaut par d'autres considérant que de telles graines sont facilement altérables (GONZALES VASQUEZ, 1947; PAVARI, 1954; MIROV, 1967); de ce fait, les plants de cette variété sont souvent éliminés.

A ce caractère sont liées des différences de dimensions et de poids; en effet, les graines à coque fragile sont plus petites et couvertes d'une poudre noire difficile à enlever (AMMANNATI, 1989).

L'analyse caryotypique comparée entre le *Pinus pinea* L. et la variété "fragilis", MACCHIA (1973), a mis en évidence que les nombres de chromosomes sont les mêmes ($n = 12$) et que les deux caryotypes présentent une analogie substantielle.

En ce qui concerne le déterminisme génétique du caractère "coque fragile", AMMANNATI (1989) a souligné les considérations suivantes:

- 1) le nombre de cônes produits est plus élevé chez les arbres issus de graines "normales";
- 2) on n'a pas relevé des différences sensibles entre le poids, la longueur et la largeur de cônes de descendance à coque normale et de ceux de descendance à coque fragile;

3) il se confirme que le caractère "coque fragile" est un caractère mendélien simple, contrôlé par un couple d'allèles.

En Espagne il existe un pin, appelé pino uñal, dont les graines ont une coque épaisse et dure. Ce nom dérive d'un léger sillon le long de la coque qui permet de l'ouvrir facilement lorsqu'on consomme les pignes grillées. Des exemplaires de pino uñal ont été signalés dans la province de Vacher (GONZALES VASQUEZ, 1947). Une forme horticole naine, *P. pinea* var. *correvoniana* (Hornib.) est signalée par VIDAKOVIC (1991).

1.2.5. Biologie de la germination

La stratification des graines facilite la germination. L'absorption d'eau par des graines stratifiées à 4°C provoque l'activation des enzymes qui accélèrent la germination. Cette accélération peut être amplifiée en traitant les graines, préalablement à leur stratification, avec une solution de pyridoxal phosphate (Pal-5-P) à 400mg/l d'eau. L'augmentation de cette vitamine du groupe B6 dans les graines traitées et après la germination confirme l'influence positive de ce facteur sur le métabolisme protéinique impliqué dans le processus germinatif (ARCE DE OBIETA et SANZMUNOZ, 1981).

La stratification à basse température provoque une légère activation de la synthèse protéinique. On observe ce phénomène aussi bien dans l'embryon que dans l'endosperme. Dans les deux cas, la teneur maximale en protéines est atteinte 15 jours après le début du processus. Cet accroissement est sensible par rapport aux chiffres trouvés pour les graines non traitées, mais il n'est pas comparable à ce que l'on note pendant la germination en conditions naturelles. Les fractions protéiniques les plus représentées dans les graines non stratifiées sont les albumines (18% du poids sec) et les globulines (10%), suivies par les glutelines (5%) et les prolamines (0,4%).

Pendant la stratification, et surtout pendant la germination, toutes ces fractions accusent des augmentations significatives (ARCE DE OBIETA et SANZ MUNOZ, 1981). L'effet de la conservation est semblable à celui de la présence prolongée des graines sur l'arbre (ARMENISE PORCELLI *et al.* 1965).

Des essais de germination de graines de *P. pinea* L. dans l'obscurité ont mis en évidence le rôle de l'endosperme dans la morphogénèse normale de la plantule et la nécessité d'un rapport étroit de continuité entre ce dernier et l'embryon. L'endosperme a une importance notoire dans la nutrition des cotylédons (LISO, 1965). La consommation de grains d'aleurone semble être liée davantage à la croissance de la racicule et de l'axe hypocotylédonaire qu'à l'ouverture des cotylédons (FELICINI, 1965; GIULINI et RASCIO, 1973). L'endosperme agit comme facteur de génération de la racicule, car les racines d'embryons traumatisées avec endosperme se régénèrent d'une façon normale, tandis qu'elles cessent de se développer dans les embryons nus (ARMENISE PORCELLI *et al.* 1965 II).

L'influence du degré de maturité de la graine sur la germination a été étudiée en utilisant la technique de culture *in vitro*. Des essais de germination comparatifs effectués sur des lots de graines mûres, c'est-à-dire récoltées au printemps de la 4e année de la pollinisation, et sur des lots de graines non mûres, récoltées 6 mois environ avant la dissémination naturelle, ont montré que ces dernières sont également viables, pour autant qu'elles soient placées dans des conditions favorables. La racicule est le seul organe qui s'accroisse activement pendant la germination des graines mûres intactes. L'endosperme semble lui procurer un rythme de croissance directement lié à leur degré de maturité (ARMENISE PORCELLI *et al.* 1965 I).

Pour évaluer le pouvoir germinatif des graines, on a étudié les rapports existant entre les dimensions des racines hypocotylédonaires et celles des cotylédons pendant la germination: à peine l'embryon commence-t-il à germer que les rapports précédents changent: cela est le cas, en particulier du rapport longueurs des cotylédons + hypocotyle/longueur de la radicule qui se renverse du fait que l'allongement de la racine est très rapide (FELICINI, 1965).

2. ORIGINE ET AIRE D'ORIGINE DE *P. PINEA*.

2.1. Hypothèses sur l'origine de l'espèce.

Les hypothèses actuellement formulées sur la phylogénèse du *P. pinea* sont nombreuses. Selon KLAUS (1989), cette espèce appartiendrait au groupe des Pins méditerranéens au sens strict (les pins des côtes méditerranéennes sont *P. canariensis*, *P. halepensis*, *P. brutia*, *P. pinaster*, etc.) qui sont compris dans le sous-groupement *Diploxylon*, dont *P. pinea* partagerait vraisemblablement l'origine.

FRANCINI (1958), qui a étudié en détail les caractéristiques des premiers stades du développement phénologique, a avancé l'hypothèse selon laquelle *P. pinea* serait une espèce d'origine eurasiatique qui se serait développée au tertiaire dans un climat tempéré chaud et humide et qui aurait migré, ultérieurement, dans la région méditerranéenne où elle est restée pendant tout le quaternaire, en s'y adaptant sans changer ses caractéristiques essentielles. Toutes les premières phases du développement, et, en particulier la différenciation du gamétophyte femelle, ont lieu au début de l'été, tandis qu'elles ont lieu en automne, après la période sèche, pour *P. pinaster* et *P. halepensis*. Cela prouve la moins bonne adaptation du Pin pignon au climat méditerranéen.

2.2. Aire d'origine (Figure 1).

Actuellement, l'aire d'origine du Pin pignon n'est pas définissable avec certitude. On estime généralement qu'il est presque impossible de distinguer les stations d'origine des stations d'introduction, du fait de la considérable diffusion dont l'espèce a été l'objet (RIKLI, 1943; FRANCINI, 1958). De ce fait les opinions sont nombreuses et variées.

Pour FENAROLI et GAMBÌ (1976), l'espèce est méditerranéenne par excellence: son aire d'origine s'étend de la Crimée au Portugal et à l'Algérie. Selon DEBAZAC (1977), la diffusion est liée au pourtour méditerranéen: du Portugal jusqu'à la Syrie, où l'espèce est cultivée depuis des temps immémoriaux pour la production de pignes et pour l'approvisionnement des arsenaux maritimes.

RIKLI (1943), en accord avec EIG (1931), soutient que l'aire d'origine se trouverait dans le Bassin méditerranéen occidental, en particulier, dans la péninsule ibérique, où se trouvent les peuplements naturels les plus étendus, et où celui-ci atteint l'altitude la plus élevée au-dessus du niveau de la mer. Les pinèdes les plus étendues se trouvent dans les régions les plus chaudes de l'Andalousie, de l'Algarve et du Portugal occidental, ainsi que sur la partie basse du plateau montagneux des Deux-Castille. D'importantes pinèdes existent aussi entre la baie de Cadix et à l'embouchure du Guadalquivir. De grandes étendues de Pin pignon se trouvaient aussi dans les vallées du Tage et du Sado, mais elles ont été détruites par sur-exploitation pour satisfaire la forte demande en bois pour les bateaux et les traverses. *P. pinaster* l'a remplacé dans ces zones.

RIKLI (1943) estime que les rares apparitions du Pin pignon en Méditerranée orientale correspondent, le plus souvent, à des introductions relativement récentes. Le cas du Péloponnèse représentant sans doute une exception. Par contre, le Pin pignon est rarement spontané en Crète et à Chypre.

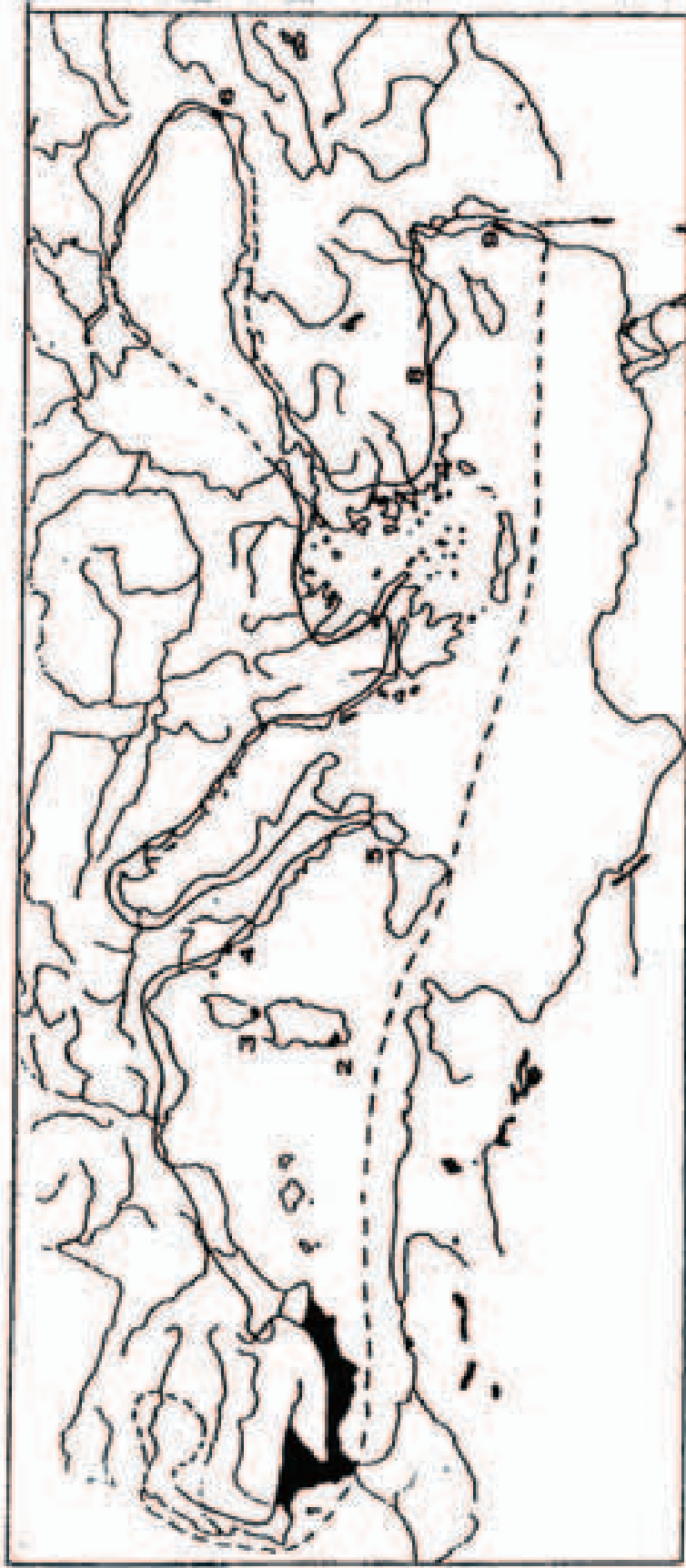


Figure 1 - Aire de répartition du Pin pignon (par Baglioni)

Selon BOUDY (1950), le Pin pignon n'est nulle part indigène dans le Nord de l'Afrique; cette absence, toutefois, ne s'explique pas facilement, étant donnée sa diffusion dans la Méditerranée occidentale et la présence en Afrique du Nord de toutes les autres espèces euroibériques.

Pour PAVARI (1955), l'indigénat du Pin pignon est certain dans le secteur oriental de la Méditerranée, de la Crète à l'Asie Mineure. FIRAT (1943, in PAVARI, 1955) le signale, en Turquie, dans la région de Smyrne. MIROV (1967) estime, tout en signalant les doutes exprimés par RIKLI à ce sujet, que les peuplements qui se trouvent de part et d'autre de la frontière russo-turque, à une altitude comprise entre 150 et 600m, pourraient être d'origine naturelle. Selon WALTER (1968), les pinèdes poussant le long des côtes du golfe d'Antalya, devant l'île de Chypre, seraient spontanées.

On pense que les pinèdes du Liban sont d'origine artificielle (POST, 1933; BOUVAREL, 1950; BERJAQUI, 1952). Selon la tradition orale, le Pin pignon y aurait été introduit par l'émir FAKHR AL-DIN vers 1600. Toutefois, FEINBRUN (1959) considère que les pinèdes de Pin pignon du Liban sont spontanées, en se basant sur des observations phytosociologiques et des considérations phytoédaphiques pour lesquelles "... l'association *Pinetum pineae* peut être considérée comme communauté climax". En effet, "...à quelques exceptions près, les différentes *Pineta* (*Pinetum halepensis*, *Pinetum brutiae*, *Pinetum pineae*) sont confinées dans des conditions édaphiques spécifiques dans lesquelles l'évolution vers les associations de *Querceta* n'a pas nécessairement lieu".

En accord avec d'autres auteurs, FEINBRUN (1959) considère que *P. pinea* est originaire du Portugal, d'Espagne de Corse, de la côte tyrrhénienne italienne, du Péloponnèse et des côtes d'Asie Mineure. Par contre il ne serait pas indigène en Crète.

CORTI (1969), à propos des observations phytosociologiques, note que ces dernières peuvent ne pas être absolument déterminantes pour la classification des cénozes végétales caractérisées par le Pin pignon, car cette espèce "...vit en cénozes typiquement soustraites à l'influence de l'arbre dominant: il serait donc vraiment difficile de définir une station naturelle en se basant exclusivement sur l'analyse floristique".

WRIGHT (1972), se basant sur des analyses polliniques effectuées dans la région de Kaiafas (Grèce occidentale), estime que le Pin pignon existe dans la région depuis au moins 300 ans avant Jésus-Christ.

REICHINGER (1943) considère que les pinèdes de *P. pinea* de l'Egée sont des restes de cultures désormais naturalisées.

ROMANAS (1989) estime que les peuplements de Sithonia, dans la presqu'île Chalcidique, sont d'origine naturelle car la présence de *P. pinea* dans la région de Tripotamos et de Vourvourou remonte à une époque antérieure à 1300 av JC.

L'hypothèse de l'indigénat du Pin pignon dans la région méditerranéenne française est confirmée par la découverte de pollen remontant à environ 4000 ans dans la région de Fos-sur-Mer, en Provence (TRIAT, 1975).

En Corse, des noyaux spontanés se trouvent dans quelques stations de la côte méridionale (BRIQUET, 1910; DUPIAS, 1963).

La question de son indigénat en Italie est très débattue. Certains auteurs, acceptant l'hypothèse de ZODDA (1903,1905) étayée par la découverte de restes fossiles, considèrent que le Pin pignon est autochtone dans la région de Messine (Sicile), entre 50 et 400 m d'altitude, où l'aire est caractérisée par un climat et une végétation de la série dynamique du Quercion ilicis.

CORTI (1969) juge plausible l'hypothèse de l'indigénat de *Pinus pinea* en Italie, soulignant que les zones où l'on en rencontre le plus fréquemment des peuplements coïncident avec celles qui sont définies comme plutôt océaniques dans la région méditerranéenne par MEUSEL, JAGER et WEINERT (1965, in CORTI, 1969).

D'autres auteurs soulignent que le Pin pignon, dans des conditions favorables, peut constituer des peuplements spontanés. PAVARI (1955) et ARRIGONI (1967) ont signalé la présence de tels peuplements respectivement en Sicile sur les Monts Péloritains, et en Sardaigne, sur les dunes maritimes de Portixeddu-Buggerru. On trouve là des groupes de Pins pignons spontanés dans le maquis. Ces peuplements se localisent sur les crêtes des dunes où la forte pente limite l'évolution du sol et interrompt celle de la végétation environnante vers les formations boisées caractérisées par les sclérophytes. La pinède représente un stade de la série *Rusco aculeati- Quercetum calliprini* associée, de façon dynamique, à des formations forestières telles que le *Junipero-Quercetum calliprini* et le *Pistacio-Juniperetum macrocarpae quercetosum calliprini* (MOSSA, 1990).



Photo 2 - Alberèse (GR) - Italie - Régénération naturelle (Photo Mercurio)

A Alberèse (photo 2), dans la Maremme toscane, le Pin pignon s'est régénéré naturellement à la suite de coupes réalisées jadis, hors aménagement, par des bûcherons (PAVARI, 1955; GATTESCHI, 1975; ARRIGONI *et al.* 1985; CIANCIO *et al.* 1986).

Pour d'autres, enfin, la présence du Pin pignon serait due, exclusivement, à la culture, mais on ne peut pas exclure une naturalisation ultérieure.

L'introduction de l'espèce en Italie remonte peut-être à l'époque des immigrations helléniques, peut-être à l'occasion de l'introduction du culte de Cybèle. Ensuite les Romains diffusèrent sa culture dans les jardins et surtout le long des littoraux dans les environs des arsenaux navals. Mais il est possible que l'introduction remonte directement aux Etrusques (ZANGHERI, 1936; GIACOMINI et FENAROLI, 1958; GIACOMINI, 1968). PARLATORE (1967) écrit qu'ENDLICHER considère le Pin pignon originaire de l'île de Crète (FRANCINI, 1958).

Selon BERNETTI (1987), probablement déjà à l'époque romaine, il y avait de grandes propriétés foncières le long des côtes de la Toscane où le pin était cultivé pour la production de pignes et de bois. Cela permet de penser que, presque certainement, le Pin pignon a été présent dans le passé sur les littoraux italiens où, dans des conditions favorables, il tend à constituer des peuplements spontanés par régénération naturelle; les pinèdes constituent en effet des cénozes fonctionnellement introduites dans le paysage végétal (GIACOMINI, 1968).

CIANCIO *et al.* (1986) soulignent que deux faits acquis émergent de la diversité d'opinions:

- 1) en Italie, le Pin pignon a été introduit, ou réintroduit, sur de longs tronçons de côtes, créant des cénozes de substitution qui ont tellement agrandi l'aire d'origine qu'à l'état actuel, il est devenu presque impossible de distinguer les éventuelles aires naturelles des aires d'introduction;
- 2) dans des conditions écologiques et structurelles optimales, *P. pinea* tend à créer des formations plus ou moins stratifiées, dans lesquelles il se régénère naturellement.

3. L'AIRES DE DIFFUSION ACTUELLE DE *P. PINEA*.

L'aire de diffusion de *Pinus pinea* L. comprend la région méditerranéenne septentrionale, de la péninsule Ibérique à l'Anatolie jusqu'aux côtes méridionales de la mer Noire, où, dans certains secteurs, l'espèce est probablement indigène (RIKLI, 1943; CRITCHFIELD et LITTLE, 1966)

Cette aire est illustrée dans la figure n. 2.

En Turquie, des peuplements naturels couvrent de vastes zones sur les côtes de la mer de Marmara, de la mer Egée, en Turquie méridionale et sud-orientale (Anatolie, régions de Kozak et de Smyrne), depuis le niveau de la mer jusqu'à 700 m d'altitude environ, à 60-70 km de distance de la mer, sur une étendue de 30 000 à 35 000 ha. Le Pin pignon forme des peuplements mélangés avec *Pinus brutia*, *Cupressus sempervirens*, *Quercus ilex* et *Q. calliprinos* (FIRAT, 1943; AKMAN *et al.* 1978). En outre, des plantations ont été effectuées par des particuliers et par la Direction Générale des Forêts; plusieurs organisations ont diffusé ce pin pour constituer des parcs récréatifs autour d'usines et d'établissements urbains.

A Chypre, pendant ces dernières années, *P. pinea*, mélangé à *Acacia cyanophylla*, a été largement utilisé dans les reboisements.

En Crimée, le Pin pignon a été employé pour le reboisement des bas de pente exposés au Sud des principaux massifs montagneux en vue de constituer des peuplements de production ou pour la reconstitution de cénozes végétales dégradées ou ravagées par les incendies (ALYAB'EV *et al.* 1977; YAROSLAVTSEV, 1979; SHLAPAKOV, 1979).

En Grèce, *P. pinea* se rencontre dans les régions suivantes: le Péloponèse occidental, l'Attique, la région de Marathon, la Crète, les îles Egéennes, les îles Ioniques, la presqu'île Chalcidique (SIBTHORP et SMITH, 1813; PAPAIOANNOU, 1935; EICHINGER, 1943;

MOULOPOULOS, 1964; PAPAMICHOS *et al.* 1986; OMANAS, 1989).

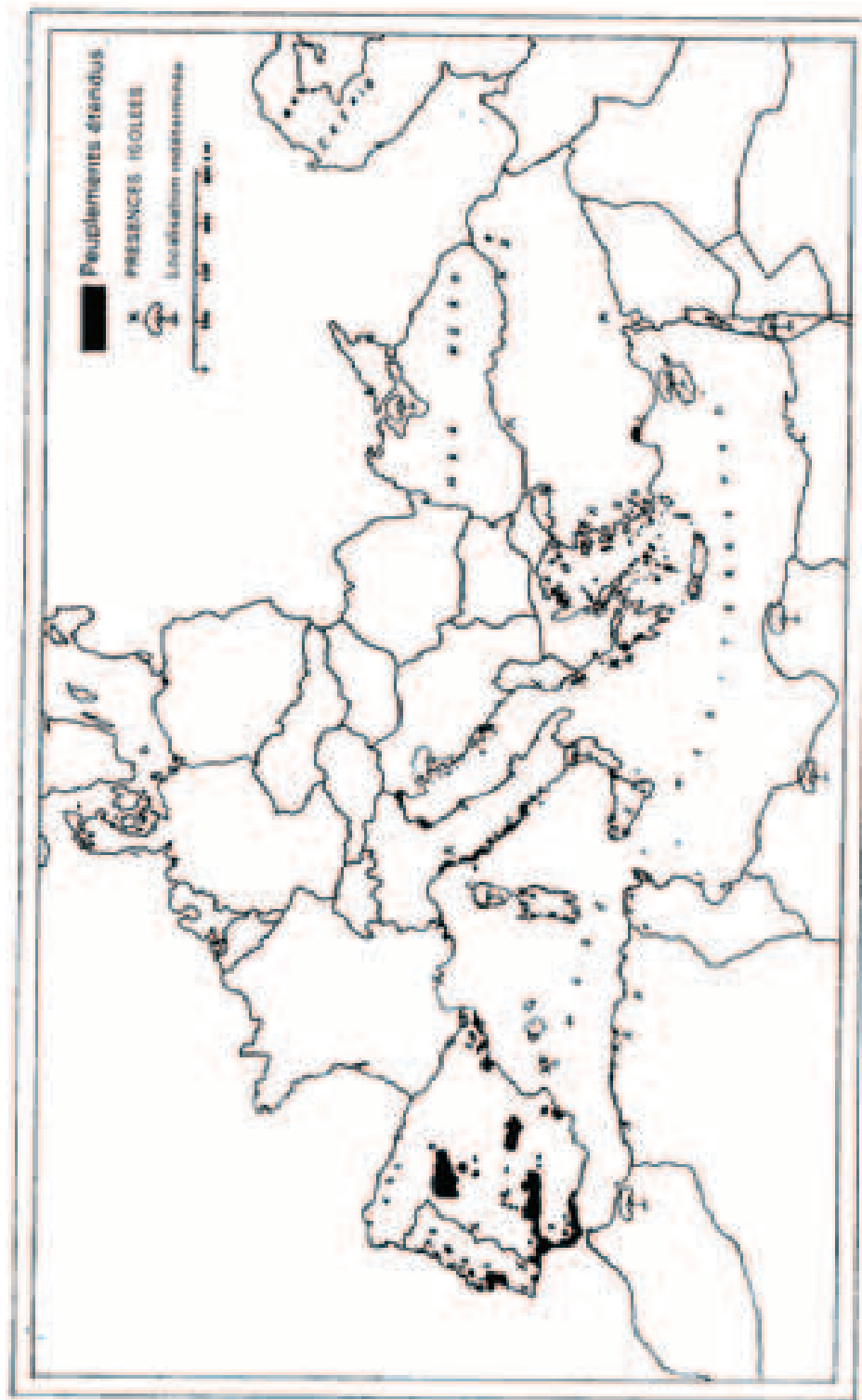


Figure 2 - Aire de diffusion actuelle du Pin pignon (d'après Crichfield et Little)

Sur les côtes de l'ex-Yougoslavie, il a été planté dans les parcs, les allées et les jardins. En revanche, le Pin pignon est spontané dans l'île de Mljet (VIDAKOVIC, 1991); il est même fréquent le long du littoral de l'Albanie (LLUBANI et HABIL, 1988).

En Italie, l'espèce est répandue surtout le long des côtes de Toscane et du Latium. Les pinèdes les plus importantes sont celles de Migliarino, San Rossore, Vada, Cecina, Marina di Grosseto, Alberèse, Duna Feniglia, Castelporziano. La diffusion en Toscane est liée aux opérations d'assainissement réalisées par le Grand-Duché des Médicis et, ultérieurement, des Lorraine. Les pinèdes furent généralement plantées pour protéger les cultures agricoles des vents marins, et, dans certains cas, comme réserves de chasse, mais elles furent rapidement destinées presque exclusivement à la production de pigne (CANTIANI et SCOTTI, 1988).

Les pinèdes de Classe et de S. Vitale, le long des côtes de l'Adriatique Nord, sont remarquables d'un point de vue historique et pour la beauté du paysage, mais le Pin pignon est ici à la limite de ses exigences écologiques.



Photo 3 - Alcacer do Sal - Portugal - Régénération naturelle (*Photo Mercurio*)



Photo 4 - Alentejo - Portugal - Régénération naturelle dans la subéraie (*Photo Mercurio*)

Le Pin pignon a été diffusé à l'intérieur de la péninsule et des îles, respectivement jusqu'à 500-600 m et à 700-800 m. d'altitude. Des années vingt aux années soixante, le Pin pignon a été largement employé pour les reboisements. Les plantations ont eu des objectifs variés: productifs (collines et bas de pente de la région méditerranéenne), protection (brise-vent pour permettre la culture de vastes surfaces autrement non utilisables), activités touristiques out récréatives; dans quelques cas, les plantations forestières ont pris le caractère d'une véritable amélioration foncière (BARSANTI et ROMBAI, 1983).

En Italie, le Pin pignon occupe au total une superficie estimée à 40 000 ha environ. Mais en réalité, les formations pures où le Pin pignon fait partie de l'étage dominant, sont estimées à 30 000 ha environ, concentrés surtout en Toscane (10 000 ha), Latium, Campanie, Calabre, Sicile et Sardaigne (CASTELLANI, 1989; BARSANTI et ROMBAI, 1983; GATTESCHI et MILANESE, 1988; 1989).

En France, le Pin pignon constitue de petits peuplements plus ou moins réguliers. Ils sont rarement spontanés (Camargue). Il s'agit en général de peuplements d'origine sub-spontanée ou artificielle (PERRIN, 1954). Les peuplements sont presque purs ou mixtes Pin pignon - Pin maritime sur les affleurements du Permien, dans le département du Var (Palayson, le Muy, Col du Rouet, Valescure) (DEBAZAC, 1977) où on le trouve jusqu'à une altitude de 400 à 600 m (CEMAGREF, 1987). Des reboisements l'ont utilisé en Languedoc-Roussillon et en Provence (LABADIE, 1983).

La péninsule Ibérique possède la plus grande surface de peuplements naturels avec un peu plus de 500 000ha.

L'Espagne compte un peu plus de 442 000 ha, dont à peu près 200 000 ha d'origine naturelle. Ici le Pin pignon, qui se trouve au centre de son aire d'origine, ne dépasse pas, généralement, 1 000 m d'altitude (50% des pinèdes sont situés entre le niveau de la mer et 400 m d'altitude; 44% entre 400 et 800 m). Près de 50% de la surface de Pin pignon sont des propriétés privées (MONTERO, 1989). En

Andalousie, il pousse au niveau de la mer; dans les régions centrales, il s'approche de la limite de son aire, en se mélangeant alors au Pin maritime, tandis qu'à basse altitude, le compagnon est le Pin d'Alep (GONZALES VASQUEZ, 1947).

Au Portugal, la superficie totale de Pin pignon est de 70 000ha, dont 60% poussent dans le département de Setubal (VACAS DECARVALHO, 1989), où les peuplements purs et réguliers occupent une superficie de 32090 ha (Inventario Forestal Nacional, 1981) (ALPUIM, 1989). Au centre et au Nord, il forme des peuplements naturels en mélange avec le Chêne liège (Photos 3 et 4) et le Pin maritime (CARVALHO OLIVEIRA, 1981).

L'introduction du Pin pignon en Afrique du Nord est relativement récente. Certains auteurs n'excluent pas, toutefois, l'hypothèse de sa présence dans le passé à l'état spontané (PAVARI, 1955; FEINBRUN, 1959). Les plantations nouvelles ont été réalisées surtout en Tunisie (20 000 ha environ sur les dunes littorales, dans les subéraies dégradées et dans le maquis) (ALLOUI, 1988), mais aussi au Maroc. En Algérie, de 1935 à 1974, des plantations de Pin pignon ont été réalisées à Meurdja, Les Planteurs, Bainem et Meslong. L'espèce paraît très prometteuse le long de la côte. Les plantations récentes sont surtout localisées sur les dunes de Bon-Achiria, dans l'Est-Nord-Est de Mostaganem, près de Sidi Lakhdar, où le Pin pignon est mêlé au Pin d'Alep et à quelques Eucalyptus (LETREUCH-BELAROUCI, 1991).

En Israël, la surface occupée par les plantations de Pin pignon représente un peu moins de 2 000 ha (SPETTER, 1989).

Des plantations à but expérimental ont été effectuées, avec des résultats variés, en dehors du Bassin méditerranéen, sur les côtes de la mer Noire (Abkhasia, Géorgie) (BIRYUKOV *et al.* 1978), dans l'Azerbaïdjan (MURADOV, 1971; GUSEINOV, 1971), en Rhodésie (Rept. For. Dep. N.Rhod., 1949), en Afrique du Sud (CHANDLER, 1955), en Argentine (province de Santa Fé) (OTTONE, 1961; FERNANDEZ *et al.* 1961) et au Brésil (Vale do Paraiba) (KRONKA *et al.* 1976).

4. L'ECOBIOLOGIE DE *P. PINEA*.

4.1. Encadrement phytoclimatique

Selon la classification d'EMBERGER, l'aire de diffusion de *Pinus pinea* L. comprend les bioclimats humide et sub-humide des types tempéré et froid (QUEZEL, 1979). La croissance est moindre dans les bioclimats semi-arides (tel celui de l'Alentejo, du centre et sud-est de l'Algarve) et dans les types froids et très humides des montagnes du nord et du centre du Portugal.

En Espagne, *P. pinea* a une aire disjointe. On le rencontre plus fréquemment dans la sub-région authentiquement méditerranéenne subtropicale et dans la région méditerranéenne subnémorale tempérée très sèche, ces deux sous-types correspondant aux secteurs biogéographiques onubo-algarbiense, manchois et castillan-duriense. Les peuplements sont moins nombreux, mais cependant abondants, dans la sub-région méditerranéenne subnémorale moins sèche et moins froide et dans la zone contiguë némorale subméditerranéenne. *P. pinea* est plus rare dans les régions intermédiaires méditerranéennes et nemoroméditerranéennes. Les facteurs limitants sont essentiellement de nature thermique, tandis que les stations les plus favorables sont caractérisées par des conditions écologiques intermédiaires (MONTERO, 1989).

Selon la classification phytoclimatique de PAVARI, l'aire de diffusion du Pin pignon est essentiellement comprise dans le domaine du *Lauretum* et dans les secteurs les plus chauds du *Castanetum*.

4.2. Evapotranspiration

La transpiration d'un peuplement naturel de *P. pinea* a été étudiée en 1978 sur le littoral méditerranéen français en utilisant de l'eau marquée au tritium (CABANETTES et RAPP, 1978; IBRAHIM *et al.* 1979; IBRAHIM *et al.* 1980). Le peuplement étudié, âgé de 35 ans environ, compte 800 tiges à l'hectare, dont le diamètre moyen est de 20,2 cm (IBRAHIM et RAPP, 1979). Il est établi sur un régosol peu évolué, formé à partir de dépôts sableux éoliens, avec nappe phréatique faiblement salée, oscillant entre 1 et 1,5 m de profondeur. L'extrémité des pivots des pins atteint cette nappe.

Les résultats de cette étude sont les suivants:

- la transpiration journalière moyenne a été de 3,1 mm et de 3,9mm en avril et octobre, de 5,2 mm et de 6 mm en mai et juin, mois qui sont respectivement des mois au cours desquels la transpiration est faible ou forte.
- pendant la même période, l'évapotranspiration réelle (ETR), déterminée à partir des fluctuations journalières du niveau de la nappe, s'est élevée à 1.044 mm, tandis que l'évapotranspiration potentielle (ETP), calculée en tenant compte de la correction proposée par RUTTER pour les écosystèmes forestiers, correspond à 1.128 mm. Le rapport entre la valeur de l'ETP calculée pour les sept mois de la saison de végétation et l'ETP annuelle est de 69%, 74% et 80% respectivement pour les trois années d'observations: 1976, 1977 et 1978 (IBRAHIM, 1979).
- la transpiration s'est élevée à 974 mm pendant la saison de végétation 1978 (avril à octobre), tandis que les pluies ont représenté un apport de 265 mm pendant la même période. Le déficit est comblé par la nappe phréatique: absorption directe par les racines ou évaporation facilitée par remontée capillaire.
- les variations de la transpiration au cours de l'année sont les suivantes:
 - dans un premier temps, (avril à juin) la transpiration augmente avec la température, avec la pluviosité et avec le niveau de la nappe phréatique;
 - en juillet et en août, la transpiration est plus faible, cela étant dû au déficit hydrique résultant du manque de précipitations, à la baisse du niveau de la nappe, et aux températures très élevées; pendant ces deux mois, la température, dépassant parfois 30°C, provoque une fermeture partielle ou momentanée des stomates, ce qui contribue également à diminuer la transpiration (potentiels hydriques de base de l'ordre de -2,0 à -2,2 MPa);
 - une augmentation importante de la transpiration a lieu après les pluies intenses du début de septembre; la surface du sol se réhumecte, la nappe remonte, tandis que les températures se maintiennent au-dessous des valeurs de juillet et d'août. Les vents secs ou chargés d'humidité influent dans un sens ou dans un autre sur le flux de transpiration.
 - en octobre, à la fin du cycle végétatif, la transpiration atteint des valeurs plus faibles qu'en été, mais plus élevées qu'au printemps. Ceci est dû aux conditions climatiques favorables à la fois au métabolisme des végétaux et aux facteurs qui influencent la transpiration : température, vent et également les éclaircies (IBRAHIM *et al.* 1980).

L'étude de l'interception des précipitations par un peuplement de *P. pinea* a montré que cette dernière atteint, par an, 27,6% du total des chutes de pluie⁷. Des 72,4% restants, 96,8% se répartissent très uniformément sur le sol par égouttement à travers le houppier et 3,2% s'écoulent le long du fût. Ces 3,2% assurent au sol près de la souche un supplément d'humidité. Le Pin pinon

⁷ Il s'agit là d'une moyenne calculée sur trois années d'un régime pluviométrique très variable.

occupe une position intermédiaire entre le Chêne vert et le Pin d'Alep, ce dernier ayant un taux d'interception largement plus faible (RAPP et IBRAHIM, 1978).

4.3. La nutrition minérale.

Sur un plan général, le rythme d'absorption des éléments nutritifs par les arbres de 15 à 35 ans suit de près celui de la croissance des différents organes de l'arbre (RAPP, 1984): novembre, décembre et janvier sont des mois caractérisés par une absorption très faible, tandis qu'en février le début de l'élongation du fût et des branches correspond à une augmentation significative de l'absorption qui se poursuit jusqu'en juin, époque de la naissance des nouvelles aiguilles. En juillet, la sécheresse provoque une réduction de l'absorption, d'où une interruption ou un ralentissement de la production ligneuse. Enfin, d'août à octobre, il y a une reprise de cette production, correspondant à une augmentation de l'absorption des éléments nutritifs du sol, mais la cadence de cette absorption est inférieure à celle du printemps.

Pour ce qui est des différents éléments:

- le maximum d'absorption de calcium a lieu en mai (croissance du fût et des branches) et en septembre; pendant ce dernier mois, seul le fût s'allonge et l'absorption de calcium par les branches correspond à la fixation de cet élément dans les parois cellulaires.
- en ce qui concerne le potassium, il est absorbé surtout entre juin et août, le phosphore en juin; ces éléments sont essentiels, surtout pour les aiguilles, dont le taux de croissance est le plus élevé pendant cette période; le potassium, en particulier, joue un rôle important pour la régulation stomatique; cela vaut aussi pour le magnésium, dont l'absorption commence en mai avec la formation des nouvelles pousses.
- le rythme d'absorption de l'azote est, quant à lui, difficile à expliquer; en effet, le maximum d'absorption enregistré entre août et octobre ne correspond pas à la période d'activité maximum pour l'espèce.

La teneur en bioéléments des différents organes de l'arbre varie selon l'organe et avec le temps. Ainsi:

- dans un peuplement du littoral méditerranéen français, RAPP et CABANETTES (1980) ont dosé douze éléments minéraux de la biomasse, représentant, au total, 2,15t/ha dont 1,89 t/ha dans la partie aérienne et 0,26 t/ha dans les racines, ce qui représente 1,1% de la biomasse totale; l'importance relative de ces douze éléments est la suivante:

Ca > N > K > Mg > P - Na - Cl > S > Fe > Cu - Zn > Mn

- la moyenne ci-dessus cache des disparités: la concentration la plus élevée en bioéléments est localisée dans les cônes, tandis que la plus faible est dans le fût. Les aiguilles sont riches en azote, potassium, soufre, phosphore et magnésium; les aiguilles de deux ans sont plus riches en éléments minéraux que les aiguilles de un an; parmi les organes ligneux les plus pauvres en bioéléments, l'écorce est la plus minéralisée, du fait de sa richesse en calcium; les branches ont une teneur en éléments minéraux supérieure à celle du fût; cela est dû soit à leur âge moyen nécessairement moindre, soit à un rapport bois/écorce moins élevé; dans les racines des arbres de ce même peuplement, on trouve une accumulation en chlore due à la légère salinité de la nappe phréatique .
- les mêmes auteurs ont constaté que le vieillissement des organes vivants s'accompagne de modifications de leurs compositions chimiques: les aiguilles s'enrichissent en calcium et magnésium,

mais perdent du potassium (utilisé pour la régulation stomatique ou pluviollessivé), du phosphore et de l'azote: assimilés pendant la photosynthèse, ils sont restitués aux organes pérennes avant la chute des aiguilles; la richesse en bioéléments des organes ligneux, ou fractions de ceux-ci, tend à diminuer avec l'âge; la sénescence des branches est marquée par la migration rapide de l'azote, du phosphore et du potassium: les deux premiers sont envoyés vers les parties pérennes, tandis que le potassium est éliminé au cours des premiers stades de la sénescence; les autres éléments, comme le calcium et le magnésium, disparaissent plus lentement au fur et à mesure que la décomposition avance.

La litière⁸ assure le sol d'un retour d'éléments nutritifs, constitués surtout de calcium et d'azote (80-90% du total). L'importance de cette quantité dépend du taux de saturation du sol ou de sa teneur en CaCO₃ (DANNAOUI, 1981).

4.4. Tempérament.

Le Pin pignon est une espèce thermophile, relativement xérophile et héliophile, bien que ses exigences puissent être atténuées dans les peuplements irréguliers (DE PHILIPPIS, 1957; CIANCIO *et al.* 1986). Selon PAVARI (1954) la diffusion du *P. pinea* est liée au climat chaud et lumineux des côtes méditerranéennes, dont cette espèce ne s'éloigne pas beaucoup. A l'état isolé, on le trouve aussi, à titre ornemental, dans des climats plus froids.

4.4.1. Température -

Les limites thermiques en Italie sont les suivantes: température moyenne annuelle: 10 à 11°C; température moyenne du mois le plus froid: 1 à 2°C; température moyenne minimum: non inférieure à -10°C (DE PHILIPPIS, 1957). Les précipitations annuelles moyennes sont comprises entre 400 et 800 mm.

En France, la température moyenne annuelle varie entre 10 et 18°C; la température moyenne minimum du mois le plus froid varie de -2 à 7°C; la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud oscille entre 27 et 32°C. La pluviosité annuelle peut atteindre 1500 mm, avec une période sèche variable de 2 à 4 mois (CEMAGREF, 1987).

En Espagne, dans la Meseta de la Castille et du Léon, la température moyenne oscille entre 11 et 12,4°C. La moyenne des minima de température du mois le plus froid varie de 1 à 4°C, la température moyenne des maxima du mois le plus froid est comprise entre 2 et 9°C, la moyenne des maxima du mois le plus chaud varie de 38 à 41°C. Les précipitations moyennes varient au cours de l'année de 390 à 600 mm. Leur distribution montre deux maxima: au printemps (mars) et en automne (novembre), ce dernier étant supérieur au premier. Les minima ont lieu en été (août) et en hiver (janvier). L'humidité de l'air varie de 60 à 70% (MONTERO, 1989).

L'espèce est surtout sensible aux minima absolus de température, dont l'importance des effets varie avec la latitude, l'exposition, la distance de la mer, la période à laquelle ils se produisent et l'état physiologique des arbres (GIORDANO, 1967). Pendant l'hiver 1928-29, en Italie, on a constaté des dégâts dûs à des températures de -18°C et de -20°C (DE PHILIPPIS, 1957).

Des dégâts dûs au gel, particulièrement graves, ont été observés dans les pinèdes côtières de

⁸Le maximum de production de litière est atteint pendant la période sèche, époque à laquelle elle constitue, avant de se décomposer, une couverture freinant l'évaporation de l'eau.

l'Adriatique Nord pendant les hivers 1955-56; 1962-63; 1963-64 et en 1966 (CANTIANI, 1989).

L'humidité atmosphérique élevée aggrave les effets nocifs des basses températures. Ainsi, certains arbres ont supporté des températures de -25°C pendant des périodes sèches sans subir de dommages visibles. Au contraire, au cours de l'hiver 1962-63, JEDLOWSKI (1964) a signalé des rougissements répétés des pousses et le dessèchement de vastes surfaces de pinède adulte dans la pinède de Ravenne, où la température n'était descendue que jusqu'à $-12,2^{\circ}\text{C}$, mais par temps humide.

Le mois de janvier 1985 a été exceptionnel du point de vue climatique: dans plusieurs régions d'Italie ⁹ on a enregistré les températures les plus basses du siècle. D'importants dégâts ont été constatés en Toscane (Mugello), dûs à des températures inférieures à -20°C (HERMANIN, com.pers.). Sur le littoral adriatique Nord, ce phénomène présenté un aspect particulier car on y a enregistré des températures très inférieures à celles des stations de l'arrière-pays. Au Nord de Rimini, pratiquement toutes les stations météorologiques côtières ont enregistré des minima absolus inférieurs à -15°C (-21°C à Elciola dans le Boscodella Mesola (Ferrara), $-17,5^{\circ}\text{C}$ à Marina di Ravenna, $-15,7^{\circ}\text{C}$ à Cesenatico, -23°C à Alfonsine, $-19,8^{\circ}\text{C}$ à Codigoro et $-15,7^{\circ}\text{C}$ à Classe). A Marina di Ravenna, les températures ont été négatives pendant tout le mois et pendant 18 jours (dont 11 consécutifs), même les maxima étaient en dessous de zéro. L'écart thermique maximum, pendant la journée, a été de $11,5^{\circ}\text{C}$. A Elciola, la température est passée de -21°C le matin à 4°C l'après-midi, soit un écart thermique de 25°C . Les dégâts à la végétation ont été évidents surtout pour le Pin pignon et certaines espèces du maquis; en particulier, un pourcentage important des chênes verts a séché. Dans la seule pinède communale de S. Vitale, sur 171 ha, on a observé une mortalité dépassant 70%. La situation sanitaire du Pin pignon a été, en plus, compromise par la particulière siccité de l'été qui a suivi cet hiver exceptionnel. Les dessèchements ont principalement affecté les sujets les plus jeunes (CANTIANI, 1989).

L'affaiblissement des arbres, après un hiver rigoureux, se répercute sur l'épaisseur des cerne des trois années suivantes, sauf occurrence d'une nouvelle période froide, laquelle provoquerait une nouvelle contraction de l'épaisseur du cerne (BULI, 1949; PADULA, 1968, CANTIANI, 1989).

4.4.2. Humidité.

Une des caractéristiques du Pin pignon est sa résistance à la sécheresse. L'émission d'un très long pivot aux premiers stades de son développement lui permet d'atteindre l'humidité des couches les plus profondes du sol.

Des mesures du potentiel hydrique prises pendant un été exceptionnellement aride, avec une humidité du sol se rapprochant du point de flétrissement, ont donné seulement $-2,1$ MPa pour le Pin pignon, chiffre à comparer à $-5,9$ MPa pour les Cyprès (ROMANAS, *et al.* 1985).

La présence d'une nappe plutôt superficielle est essentielle pour la vie du Pin, surtout dans les sols à texture sableuse (GODIN, 1975; LOISEL, 1976; IBRAHIM *et al.* 1982).

4.4.3. Les sols

4.4.3.1. Généralités

Selon FRANCINI CORTI (1958, 1969), le climat tempéré chaud à étés humides du Tertiaire,

⁹ Ce mois a été également exceptionnel en France.

ère à laquelle remonte probablement l'origine de l'espèce, explique ses exigences édaphiques particulières.

Les études du CEMAGREF (1987) ont montré que les caractéristiques physiques du sol ont plus d'importance que les caractéristiques chimiques. Indifférent aux pH compris entre 4 et 9, le Pin pignon supporte jusqu'à 50% de calcaire total et 15% de calcaire actif: on ne peut donc pas le considérer comme une espèce sensible au calcaire.

Les plus beaux peuplements se trouvent sur des sables dont la nappe phréatique est peu profonde (1-2 m), et ce pin préfère aussi ces sols pour sa régénération.

En dépit de cette préférence, le Pin pignon pousse sur différents autres types de sols: sols à croûte calcaire superficielle; sols bruns érodés sur argile hydromorphe avec pseudogley; sols bruns lessivés, plus ou moins érodés sur argiles hydromorphes peu humifères; sols marneux. Il peut aussi s'accommoder de terrains calcaires, supportant des concentrations de 30% et même plus dans les sables).

Les précipitations atmosphériques peuvent compenser le manque de réserves en eau du sol: ainsi les pinèdes de la région de Rians sont très denses et se régénèrent naturellement d'une façon satisfaisante, malgré les faibles précipitations (740mm), l'absence de nappe phréatique et le taux de calcaire actif relativement élevé (4%), tout cela étant compensé par la permanence d'un taux d'humidité du sol relativement élevé tout au long de l'année et particulièrement en été (LOISEL, 1976).

La salinité élevée de l'eau de la nappe phréatique est un facteur limitant pour le Pin pignon, notamment le long des côtes sableuses.

Le Pin pignon refuse uniquement les sols marécageux, ou compacts et excessivement argileux (PAVARI, 1931, 1954).

Pour évaluer la possibilité d'utilisation du Pin pignon dans les reboisements, on a élaboré, en France, une méthodologie basée sur l'analyse des données caractéristiques de la station (climat, sol, végétation), utilisant des techniques d'analyse multivariée dans le but d'identifier les facteurs écologiques les plus importants liés, à des degrés divers, à la productivité du Pin pignon. On a employé la méthode de la segmentation pour créer une hiérarchie parmi ces facteurs qui permette une évaluation de la qualité du site. Cette étude a montré l'importance des caractéristiques physiques du sol pour le Pin pignon: sa croissance est limitée par des sols caillouteux ou rocheux (difficulté de prospection racinaire) (LABADIE, 1983).

4.4.3.2. Les sols des peuplements existants

La plupart des peuplements de Pin pignon à l'Est du Rhône se trouve sur des sols à texture sablo-limoneuse, limono-sableuse, limoneuse et plus rarement sableuse (dunes littorales), résultant de la désagrégation des granits, granulites, dolomies, grès permien, mais aussi sur des sables littoraux quaternaires, des alluvions et sables ocres; cette espèce se trouve très rarement sur des calcaires compacts ou sur des marnes. Leur teneur en calcaire actif est nulle sur sols siliceux, tandis qu'elle atteint 4% dans les pinèdes sur substrat dolomitique de la région de Rians (département du Var en France) avec pH acide, faiblement acide ou faiblement basique (LOISEL, 1976).

GODIN (1975) a signalé pour le Languedoc une variété des sols des stations occupées par *P. pinea* aussi grande qu'à l'est du Rhône tant en ce qui concerne la nature de la roche-mère que le taux de calcaire actif (parfois supérieur à 10% dans certains cas).

Le substrat des peuplements naturels en Turquie est constitué par du granit, des grès, des micaschistes, d'andésite et de quartzite; les sols généralement profonds sont de type argilo-sableux, sables et argiles: les stations essentiellement sableuses prévalent (avec une teneur de 60 à 93% de sable). La croissance des semis naturels de Pin pignon est laborieuse sur des sols superficiels ou avec un mauvais drainage, une matière organique insuffisante et une teneur en argile supérieure à 20-25%.

DJAZIRI (1971) a constaté qu'en Tunisie, cette espèce supporte mieux les horizons superficiels indurés que le Pin d'Alep. Il la considère comme une espèce plastique, supportant les sols calcaires, les sols lourds et les sols hydromorphes en surface.

Les études de MANCINI (1954, 1956) et de SANDRI (1955) sur les sols de quelques pinèdes italiennes ont confirmé le caractère relativement frugal du Pin pignon et sa capacité de bien se développer même sur des sols sablo-calcaires subalcalins. On trouve même des peuplements artificiels établis sur des calcaires blancs et havane du Crétacé - Paléocène dans le cadre de l'aménagement hydraulique de bassins versants dans les Monts Aurunci (Latium) (GIACOMINI *et al.* 1978; HERMANIN et PAOLETTI, 1992).

Selon RIKLI (1943) *P. pinea* a des exigences très strictes en ce qui concerne le sol et le climat: on le trouve en majorité dans des stations où les sols sont profonds, le sous-sol un peu humide et le climat uniformément chaud. Cela explique pourquoi ce pin, en Espagne, ne pousse presque que le long des côtes et ne pénètre que difficilement à l'intérieur, à l'exception de son apparition sur le bas des pentes occidentales des reliefs de la Vieille et de la Nouvelle Castille. Ces stations se trouvent presque toutes sous l'influence des courants occidentaux, avec des précipitations relativement élevées. La nature de la roche-mère y est variée: calcaire, marne, argile plus ou moins pure ou plastique, grès plus ou moins argileux¹⁰, etc. (MONTERO, 1989).

Presque tous les sols couverts par le Pin pignon en Espagne sont des sols non évolués (éluviaux, colluviaux, arénacés ou dunaires) et des sols à profils A/(B)/C, en particulier ceux formés à partir de matériaux siliceux ou de dépôts allochtones pierreux. On le trouve aussi, mais plus rarement, dans des stations où le sol, à profil A/B/C, est du type " terre rouge méditerranéenne chaude ". La distribution précédemment rapportée est la preuve de la frugalité du Pin pignon, de son indifférence à la teneur en calcaire (bien qu'il soit abondant dans des stations où le calcaire est absent), et de son indifférence au pH, (bien qu'il marque une préférence pour les sols neutres); il se trouve surtout sur des sols à texture sableuse ou limoneuse (MONTERO, 1989).

4.4.4. Autres.

La neige a des effets nocifs surtout sur les vieux arbres chez lesquels elle provoque le bris des branches basses, généralement plus longues et plus minces que celles du sommet du houppier (GIORDANO, 1967). Ce genre de dégât peut aussi se constater en France: au Nord de Carcassonne, par exemple, de nombreux peuplements ont été endommagés par l'accumulation de neige pendant l'hiver 1980-81 (LABADIE, 1983).

Le Pin pignon ne supporte pas les vents marins salés, à la différence du Pin maritime et du Pin d'Alep, qui sont assez tolérants.

Les sols sur lesquels poussent les peuplements côtiers présentent, généralement, une faible salinité qui, dans ces conditions, ne constitue qu'un facteur écologique secondaire (IBRAHIM et

¹⁰ On note même parfois la présence de carbonate de calcium ou de sels alcalins (sols gypseux).

RAPP, 1979). Cependant, surtout pendant l'été, l'augmentation temporaire de la teneur en sel de la nappe peut provoquer un stress hydrique, causant le dessèchement des tissus foliaires.

4.5. Les mycorhizes.

La formation de mycorhizes sur les racines des semis a une influence positive sur la nutrition minérale et, de ce fait, sur la capacité de l'arbre à s'installer dans des sols peu fertiles. Secondairement, cette symbiose confère au Pin pignon sa faculté de tolérer une teneur en calcium élevée (PIOU, 1979).

Les mycorhizes ectotrophyques se montrent particulièrement efficaces pour l'absorption du phosphore. Cela résulte de l'augmentation de la surface des racines colonisées par le champignon et à une plus grande activité de la phosphatase acide dans ces racines. Cet enzyme peut hydrolyser les phosphores organique et inorganique du sol, en augmentant de cette façon la quantité de phosphate disponible pour l'arbre (PASQUALINI *et al.* 1992).

La stérilisation du sol avant semis, ou le semis dans un sol non forestier, réduit d'une façon considérable la présence des champignons ectomycorhiziens, mais ne semble pas réduire la croissance des semis pendant leur séjour en pépinière. En revanche, le manque de mycorhizes devient évident à partir de la plantation. Afin d'éviter ces inconvénients, on effectue la mycorhization des semis en pépinière. Des expériences d'inoculation de *P. pinea*, au moment du semis, avec du mycélium de *Laccalciumria laccalciumta* et de *Hebeloma crustuliniforme*, ont montré que ces champignons ont mycorhizé respectivement 98,50% et 86% des racines courtes des plants. Seul, *L. laccalciumta* a augmenté de façon significative le développement végétatif des plants, démontrant ainsi l'utilité d'être adopté à grande échelle pour l'inoculation des semis de *P. pinea* élevés en conteneur (BRANZANTI *et al.* 1985).

Une autre association mycorhizienne d'intérêt économique important est celle entre *P. pinea* L. et *Tuber albidum* Pico. Cette symbiose, observée à l'état naturel dans les pinèdes côtières adriatiques, a été reconstituée expérimentalement par BRANZANTI et ZAMBONELLI (1984). PASQUALINI *et al.* (1992) ont constaté que l'activité de la phosphatase acide est plus élevée dans les racines colonisées par cet ascomycète ectomycorhizien que dans les autres, et que le pH pour les racines formant des mycorhizes est compris entre 3,5 et 5,0, à comparer à une valeur moyenne de 5,0 pour les racines témoins. La localisation ultrastructurale de l'enzyme dans les racines montre que son activité est surtout localisée dans le plasmalemme des hyphes.

4.6. Croissance et production de biomasse

4.6.1. Croissance.

Le caractère monocyclique de la croissance du *P. pinea* se traduit par la formation d'un seul cerne ligneux et d'un seul verticille de branches par an: la croissance en diamètre est prédominante en avril, l'allongement des pousses l'est en mai et celui des aiguilles en juin-juillet. L'activité du cambium se maintient pendant huit mois (CABANETTES et RAPP, 1981).

La plus grande variabilité individuelle est celle de l'allongement des pousses.

En Tunisie, on a relevé une durée de croissance allant de 90 à 170 jours (POUPON, 1970). La longueur des pousses, y compris celle de la flèche, est assez constante dans les 3/4 supérieurs du houppier; par contre, les branches se redressent rapidement au cours de leur croissance car le bourgeon terminal de la flèche n'exerce qu'une faible dominance sur le reste du houppier.

En Italie, des études de CASTELLANI (1978-79) menées dans quelques pinèdes côtières de la Ligurie et du Latium, indiquent que la croissance en diamètre se poursuit pendant toute l'année. Toutefois, l'accroissement mensuel moyen montre deux périodes de ralentissement: décembre-février et fin-juillet-août, époques qui correspondent aux basses températures hivernales et aux grandes sécheresses estivales. A l'inverse, il y a deux maxima de croissance : en mai-juin et, surtout, en octobre; ces époques sont également celles des maxima de précipitations.

LIPHSCHITZ *et al.* (1982, 1986) ont vérifié l'existence, chez le Pin pignon, d'une période d'inactivité hivernale parfaitement définie.

CORONA (1964) a relevé dans le rythme de croissance du Pin pignon un cycle trisannuel qui montre des analogies marquées au rythme de croissance des éphémérides.

4.6.2. Production de biomasse.

L'étude de la biomasse épigée et hypogée effectuée par CABANETTES et RAPP (1978), dans un peuplement de 33 ans sur le littoral méditerranéen français, a permis de relever les éléments suivants:

- 1) la biomasse totale de cette pinède, où la densité est de 800 tiges par hectare, la circonférence moyenne 63.4 cm, la surface terrière 39,9 m²/ha, et la hauteur de l'arbre moyen 10,4 m, est de 146 t/ha; ces 146 t/ha se répartissent en 124 t/ha de biomasse aérienne et 22 t/ha de biomasse racinaire, c'est-à-dire 136,8 t/ha de matériel pérenne et 9,2 t/ha de matériel photosynthétisant, soit 16% du total.
- 2) le bois fort (diamètre supérieur à 7 cm) représente 68% de la biomasse totale, correspondant à une masse de 98,9 t/ha soit à un volume de 204 m³/ha;
- 3) les branches sèches persistent longtemps sur le fût constituant une nécromasse relativement importante, estimée à 11,3 t/ha, soit 70% de la masse des branches vives.

L'étude de la répartition et des flux de matière organique dans un peuplement d'environ 30 ans, comportant 800 tiges par ha, de 10,5 m de hauteur moyenne et ayant une surface terrière de 32,0 m²/ha, a permis d'estimer le stock de matière organique du site à 337 t/ha, dont 179 t/ha représentent la phytomasse aérienne et racinaire, 158 t/ha le matériel organique mort, décomposé en nécromasse, litière et matière organique du sol.

Dans la station précédente, la production nette annuelle de biomasse est de 18,6 t/ha, dont 7,2 t/ha de matériel pérenne. La quantité des aiguilles qui s'ajoutent annuellement à la litière est de 7,9 t/ha. La matière organique totale du sol atteint 105t/ha sur un mètre de profondeur, dont la moitié est due à un dépôt d'origine lagunaire, tandis que 41,6 t/ha sont accumulés dans la litière qui a une épaisseur variant de 7 à 12 cm, suivant les années (RAPP, 1984).

La production, en termes de biomasse, des différents composants végétatifs et reproductifs d'un peuplement de Pin pignon a été estimée dans la région littorale méditerranéenne française à 18,6 t/ha par an. Le poids du houppier et de ses composants a une grande importance dans le bilan de croissance de l'arbre: 40% de la production nette est constituée par les aiguilles, tandis que 20% seulement sont à attribuer au tronc; le reste, exception faite des 6% des racines, est constituée par les branches et les organes reproducteurs (CABANETTES et RAPP, 1981).

La production des cônes, dans l'aire expérimentale, était assez limitée: 3,7 t/ha/an, équivalant à 1,2 t/ha par an de graines en coque (20 kg par arbre au maximum). La production foliaire est

remarquable par rapport à celle du bois, qui est limitée notamment par la sécheresse estivale, tandis que la fructification est faible à cause de la densité élevée de la plantation.

5. LA STRUCTURE DES PEUPEMENTS.

5.1. Généralités.

Les types structuraux les plus fréquents et les plus caractéristiques des pinèdes de Pin pignon sont les trois suivants:

- 1) peuplements équiennes : peuplements destinés à la production de pignes; plantations réalisées pour améliorer les facteurs édaphiques; plantations de protection et de production;
- 2) peuplements inéquiennes (jardinés): peuplements pluri-stratifiés et avec des classes d'âges différentes sur des petites ou très petites surfaces;
- 3) peuplements mixtes: mélanges de plusieurs espèces, dont la structure est influencée par le tempérament de chacune d'elles.

C'est uniquement par l'analyse de la structure du peuplement, et surtout en accord avec l'écosystème, que l'on peut choisir des objectifs valables (production de pignes; production de bois; production mixte: pigne, bois, fourrage; protection du sol; tourisme), et, partant, définir les règles de gestion (CIANCIO, 1991; PERDRY et TRIBOULOT, 1994).

Les peuplements les plus récents, dont la production intensive (pignes, bois, etc.) est l'objectif principal, sont uniquement équiennes. Cette structure peut être maintenue ou modifiée par les interventions sylvicoles.

L'intérêt financier de la production fruitière a induit l'élargissement de l'aire de culture du Pin pignon et a conduit à la définition des grandes lignes de traitement permettant d'atteindre les résultats financiers escomptés par les différentes catégories de propriétaires.

La structure régulière se retrouve dans des pinèdes anciennes du fait des incendies répétés, du pâturage non contrôlé, de la récolte des pignes ou parce que le peuplement est en limite d'aire écologique. Ces différents facteurs sont de nature à causer des déséquilibres irréversibles qui empêchent la régénération naturelle.

Dans les peuplements irréguliers, au contraire, la structure est complexe: elle présente un profil pluri-stratifié dans lequel des groupes d'arbres d'âge et de dimensions différentes sont répartis dans l'espace d'une manière aléatoire (CIANCIO *et al.* 1986).

D'autre part, il arrive qu'à la suite d'un traitement prolongé déterminé, certaines pinèdes, même d'origine artificielle, perdent leur caractère équienne. Dans ces cas, la distinction schématique entre peuplement régulier et irrégulier est insuffisante et souvent incorrecte pour définir une pareille structure: les peuplements sont devenus stratifiés et irréguliers du fait de la façon dont ils ont été utilisés ou traités: coupes illégales, coupes phytosanitaires, etc. La régénération naturelle de certaines pinèdes est exclusivement due à de telles circonstances (PAVARI, 1955; CIANCIO *et al.* 1986).

La régénération naturelle n'est pas limitée aux cas ci-dessus. PAVARI (1955) écrivait que " (...) les pinèdes de Pin pignon existant dans le Bassin méditerranéen sont, en majorité, jardinées plutôt que régulières. Et (...) dans tous les Pays méditerranéens où le Pin pignon a une importance considérable, c'est-à-dire en Italie, en Espagne et en Anatolie, on remarque de nombreux cas de pinèdes se régénérant naturellement; cela est d'ailleurs la règle dans ces deux derniers pays. Ce fait est très important parce qu'il infirme une affirmation trop fréquente, à savoir que du fait de son

héliophilie, le Pin pignon ne pourrait se reproduire à l'ombre des pinèdes adultes et que, par conséquent, une futaie jardinée de cette espèce ne serait viable. (...) Si, en effet, les pinèdes naturelles d'Espagne, et surtout de Turquie, se sont perpétuées pendant des siècles, malgré tous les obstacles, cela n'a été possible que par le biais de la régénération naturelle des peuplements qui, au départ, pouvaient fort bien être irréguliers; cela est la preuve incontestable du fait que, du point de vue purement biologique, on ne peut nier la possibilité de sortir du schéma traditionnel, à savoir traitement par coupe rase et plantation (ou semis), pour mettre en œuvre d'autres formes de gestion biologiquement plus rationnelles".

Ces considérations posent des problèmes nouveaux en matière de sylviculture, de gestion et d'économie, par exemple:

- a) la signification biologique et écologique de l'aménagement des structures complexes, apparemment plus naturelles;
- b) l'importance des biens et des services que la pinède peut procurer dans son ensemble;
- c) la possibilité de mettre en évidence des types structuraux représentatifs de l'évolution dynamique en cours dans le peuplement avec la participation des espèces constituant le sous-bois;
- d) la régénération naturelle de ces peuplements n'est pas un processus certain et automatique, sauf interventions sylvicoles appropriées.

La régénération naturelle est envisageable lorsque les facteurs suivants coexistent:

- 1) des conditions écologiques adéquates: température, précipitations, caractéristiques physico-chimiques du sol compatibles avec les exigences écologiques de l'espèce, nappe phréatique peu profonde;
- 2) des conditions de structure du peuplement: densité permettant un développement normal du houppier, présence d'arbres adultes en pleine fructification, existence de trouées de dimensions convenables;
- 3) existence d'un sous-bois continu : ce sous-bois a, au début, une action favorable sur l'apparition et le développement des semis; il faut ensuite le contrôler (compétition avec la régénération du Pin pignon).

5.2 Les peuplements mixtes.

En ce qui concerne les peuplements mixtes, il faut souligner que, dans bien des cas, c'est la qualité du mélange et son origine (mélange d'origine naturelle, mélange à la plantation, mélange dû à la compétition entre les différentes espèces) qui a déterminé la structure des peuplements, avec la présence, plus ou moins fréquente, du Pin pignon.

5.2.1. Les peuplements mixtes naturels.

En Espagne, *P. pinea* qui tend à former des peuplements purs, est parfois mélangé à des peuplements de chêne vert et de chêne liège, ou à d'autres pins, le Pin d'Alep et à moindre échelle le Pin maritime (MONTERO et GOMEZ, 1989).

Au Portugal, dans des zones abruptes de l'intérieur de l'Alentejo, le Pin pignon est planté en association avec le chêne liège, le but du mélange étant de stimuler l'accroissement en hauteur du fût de chêne liège afin de hâter les revenus; les pins sont éclaircis lorsque le peuplement a atteint l'âge de 25 à 30 ans, avant le démasclage des chênes.

En Tunisie le Pin pignon a été introduit dans les peuplements de chêne liège dégradés et dans du maquis, dans le but d'augmenter la valeur de ce dernier par la production de pignes (ALLOUI, 1989).

En Turquie, le Pin pignon forme des peuplements mixtes avec *Pinus brutia*, le Cyprès et les chênes du *Lauretum* (DOGAN, 1989). *P.pinea* a été planté avec succès en mélange avec *Acacia cyanophylla* sur des dunes sableuses des côtes méridionales afin de les fixer. L'écartement entre les lignes d'Acacia doit être inférieur à 6 mètres de façon à permettre aux pins de tirer le plus grand bénéfice possible de la fixation d'azote par les Acacia (ZECH e ÇEPEL, 1973).

En Grèce, dans la forêt de Strofilia (Péloponnèse occidentale), l'écosystème comprend, entre autres, les espèces d'arbres suivantes: *Pinus halepensis*, *Pinus pinea*, *Quercus macrolepis*, dominant un sous-bois où on trouve *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus coccifera*, *Cistus salvifolius*, *Aristella bromoides*, *Dactylis glomerata*, *Brachypodium sylvaticum*, *Dasyphyrum villosum*, etc.... En analysant les unités phytosociologiques dont le Pin pignon fait partie, PAPAMICHOS *et al.* (1986), ont identifié cinq unités phytosociologiques forestières:

- forêts de *P.pinea* sur dunes basses;
- forêts mixtes de *P.pinea* et de feuillus sempervirents dominés;
- forêts de *P.pinea* avec *Aristella bromoides*;
- forêts de *P.pinea* avec *P. halepensis*;
- forêts de *P.pinea* avec *P. halepensis*.

5.2.2. Peuplements mixtes d'origine artificielle.

Les peuplements mixtes d'origine artificielle forment aussi des entités très différenciées: les exigences sylvicoles et de gestion sont propres à chaque situation. A titre d'exemple, on trouvera ci-dessous trois cas, certes relevés en Italie, mais qui représentent néanmoins des aspects d'un problème tout à fait général.

a) Dans les plantations effectuées en 1952 à Colle del Argentiera (Toscane), avec *P.pinea*, *P. maritima*, *P. halepensis*, *P.insignis* et du Cyprès commun pour reconstituer un couvert, un petit nombre de feuillus a survécu dans le peuplement de conifères (rejets de souches de préexistants). Pendant 30 ans, le peuplement n'a été l'objet d'aucun traitement; pendant ce même laps de temps, le nombre d'espèces a augmenté, surtout sur les lisières; ont ainsi apparu: l'Arbousier, le chêne vert, le chêne pubescent, l'alisier torminal, le nerprun alaterne, le pistachier lentisque, le filaria, et l'arbre de Judée. Le sous-bois est dominé par *Ampelodesmos mauritanicus*, la bruyère à balais, la bruyère arborescente, la bruyère multiflore et le calycotome.

La stabilisation de ces peuplements est obtenue par une élimination progressive des conifères et le contrôle de la végétation herbacée et arbustive, afin de permettre aux feuillus de se développer aussi vigoureusement que possible dans l'étage dominé, avec le minimum de concurrence. Avec ce traitement, ces peuplements pourront, à terme, remplacer intégralement les conifères plantés (CAVALLI et CORSI, 1987).

b) un autre exemple de traitement des peuplements est celui de futaies équiennes; environ 200 ha de Pin pignon ont été plantés par taches plus ou moins étendues dans les peuplements

d'Eucalyptus de la forêt Bellia de Piazza Armerina (Sicile). En 1976, CANTIANI a observé que "...le Pin pignon se développe vigoureusement, se régénère naturellement et tend à se propager rapidement dans les taillis d'Eucalyptus".

- c) le troisième exemple concerne les reboisements effectués au début du siècle le long du littoral tyrrhénien: dans plusieurs cas on a planté une bande de Pin maritime, parallèlement à la mer, pour protéger la pinède de Pin pignon des vents marins salés. Avec le temps, le Pin maritime, grâce à la capacité de dissémination de ses graines petites et ailées, est allé envahir la bande de Pin pignon, donnant naissance à un peuplement mélangé de plus en plus évident.

Chacun de ces cas pose des problèmes de sylviculture différents et impose des solutions de gestion spécifiques, y compris celle consistant à laisser les peuplements évoluer sans aucune intervention.

Si cette dernière attitude est choisie, il faut accepter de prime abord les changements de composition et de structure qui résulteront de la compétition inter-spécifique. Dans la négative, il sera nécessaire d'intervenir par des coupes modulaires, solution réalistiquement envisageable, car elle permettrait d'agir en marge de modèles rigides. La méthode prévoit le contrôle périodique des effets des interventions sylvicoles par des analyses ponctuelles de la structure du peuplement (CIANCIO *et al.* 1986).

5.3. Les pinèdes à structure complexe.

Les pinèdes dont l'évolution dynamique est caractérisée par la régénération naturelle font partie de cette catégorie.

La structure de ces peuplements est variée: depuis plusieurs siècles, en effet, ces pinèdes ont été exploitées plus ou moins intensément, sans critères sylviculturaux bien définis. Les incendies, le pâturage, la mise en culture, les élagages, dans le seul but de récolter du bois de chauffage, ont profondément modifié les peuplements, en les rendant presque équiennes. Un autre facteur de perturbation de la même importance est constitué par la récolte des cônes qui peut soustraire tout ou partie des graines au processus biologique.

Par ailleurs, on peut trouver des pinèdes issues de plantation qui ne sont plus typiquement équiennes. L'analyse de leur structure a mis en évidence une pluri-stratification, où des groupes d'arbres d'âge et de dimensions différents sont répartis de façon aléatoire et sont à l'origine d'une structure qu'on peut définir comme "composée".

Cette structure - qui ne peut pas être rigoureusement qualifiée de régulière ou jardinée, puisque si le peuplement est équienne sur de petites surfaces, il montre, néanmoins, dans son ensemble, des caractères inéquiennes - est le résultat d'opérations conduites selon les nécessités du moment, donc hors aménagement, telles qu'exploitations diverses, coupes illicites, interventions phytosanitaires, etc...Ces coupes ont provoqué des taches de régénération naturelle des pinèdes (CIANCIO *et al.* 1986).

L'étude conduite dans la pinède d'Alberèse a donné des indications très pertinentes concernant la sylviculture et la gestion de tels peuplements (CIANCIO *et al.* 1986). Le diagramme de WALTER et LIETH, (figure 3), précise les caractéristiques pluviothermiques du site¹¹.

¹¹ Suivant la classification de THORNTHWAITE, le climat de la station d'Alberèse peut se placer parmi les climats mésothermiques, à la limite du climat subhumide-sec des sclérophylles à feuillage persistant du *Quercetum ilicis*, avec la possibilité que des feuillus à feuillage caduque se mêlent à l'association sur des sols à forte disponibilité hydrique.

Le modèle sylvicole proposé est basé sur un système de coupes modulaires (CIANCIO, 1981; CIANCIO *et al.* 1986), qui se traduit par des interventions graduelles et répétées à de brefs intervalles, par l'abandon sur les arbres, au moment de la récolte, d'au moins 20% des cônes, par le contrôle des facteurs de perturbation, le tout en vérifiant d'une façon constante et ponctuelle les résultats obtenus.

Plus précisément, il est prévu d'effectuer pratiquement tous les 4 à 6 ans des coupes d'amélioration et de "modelage cultural"¹²; ces coupes ont des objectifs ou des aspects variés:

- 1) créer de petites clairières (200-500 m²), afin de favoriser la régénération naturelle;
- 2) des coupes de rajeunissement, sans provoquer d'ouvertures excessives du couvert ou de graves perturbations pour les équilibres existants, en enlevant les arbres déformés, endommagés, dépérissants ou surnuméraires;
- 3) favoriser les jeunes arbres par un contrôle périodique du maquis et du dépressage de la régénération naturelle;
- 4) développer la production des pignes par l'élagage;
- 5) vérifier de façon constante les effets des interventions pour apporter des corrections si nécessaire.

En fin de révolution, une pinède ainsi traitée aurait de 90 à 130 (110 en moyenne) arbres/ha d'un diamètre supérieur à 17,5 cm, une surface terrière de 9 à 13 m² (11m² en moyenne), un couvert vertical du sol de 4500 à 7500 m² (6000 m² en moyenne) et un volume sur pied de 60 à 100 m³ (80 m³ en moyenne). Ces chiffres sont indicatifs et peuvent varier avec les caractéristiques de la pinède et la fertilité du sol.

Cette structure, "jardinée par bouquets" des pinèdes de Pin pignon, espèce exigeante en lumière et ayant une longévité limitée, peut être comparée, dans une certaine mesure, à la "futaie claire" de HUFFEL (1919), ou, mieux, à des types structuraux plus ou moins stratifiés (2, 3, et même 4 strates), par juxtaposition de petits ou, plus souvent, de très petits groupes d'arbres, chacun avec un âge, une forme et des dimensions propres (Photo 5 et 6).

Le maintien d'une structure composée implique la permanence de strates occupant de petites surfaces, ce qui, au-delà de remarquables avantages d'ordre biologique, écologique et sylvicultural, en procure de nombreux autres sur les plans du paysage, de la protection, de l'hydrogéologie, ainsi que de la production (CIANCIO *et al.* 1986).

La production moyenne de cônes, dans de tels peuplements, en Italie, est de 0,6-0,7 t/ha (MERCURIO, 1989).

¹² Coupe destinée à l'amélioration de l'écosystème "forêt", sans objectif technologique préétabli.

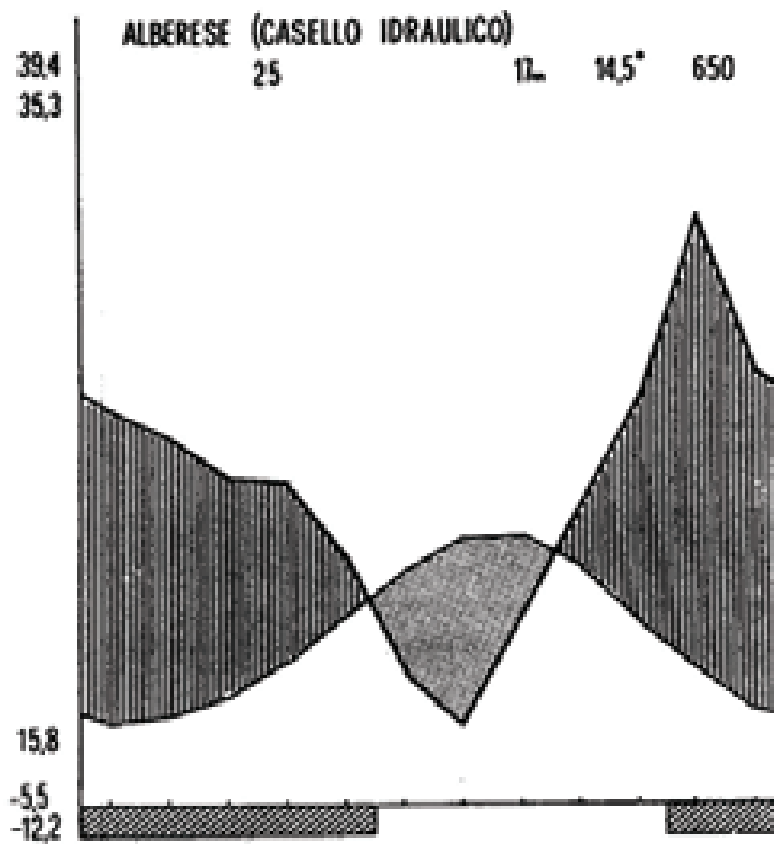


Figure 3 - Diagramme climatique de Walter et Lieth pour la station thermopluviométrique d'Albarèse (station de relèvement hydraulique) (par CIANCO *et al.* 1986).



Photo 5 - Albarèse (GR) - Italie - Futaie bi-stratifiée à petits bouquets et strate arbustive (*Photo Scarascia*)



Photo 6 - Albarèse (GR) - Italie - Futaie pluristratifiée par bouquets (*Photo Portoghesi*)

6. LES PINÈDES DESTINÉES A LA PRODUCTION DE GRAINES POUR LA CONSOMMATION

Le mode de traitement de ces peuplements, où l'on veut maximiser la production de pignes, est plus ou moins compatible avec la production ligneuse. La densité de plantation est généralement élevée et, par le jeu des dépressages et des éclaircies, on descend à 70-150 tiges par hectare à la fin du cycle. Les durées des révolutions (70 à 90-100 ans) sont déterminées par la baisse de la production: dès qu'elle est sensible, on coupe à blanc le peuplement puis on replante (BIONDI et RIGHINI, 1910; PAVARI, 1955; DE PHILIPPIS, 1957).

L'aménagement est ainsi caractérisé par:

- a) la conduite du peuplement vers sa densité optimale,
- b) la périodicité et l'intensité des coupes correspondantes,
- c) l'élagage.

6.1. La densité.

Sauf dans des conditions particulièrement favorables, la plantation n'est que très rarement réalisée à la densité définitive, et il faut garder en mémoire que si les arbres ont souffert pendant leur jeunesse d'une densité excessive, ils sont incapables de se reprendre ensuite, même si le peuplement est éclairci à plusieurs reprises.

Si donc, pour d'autres raisons, les plantations sont relativement serrées au départ, le traitement de peuplements équiennes exige d'arriver à une densité adéquate lorsque les arbres auront atteint l'âge de 15 à 25 ans, époque correspondant au début de la fructification.

Dans le cas présent, la densité du peuplement doit être choisie de façon à ce que les arbres puissent étendre leurs branches au maximum, sans interpénétration ou superposition des houppiers (Photo 7). Cette interpénétration ou superposition des houppiers a en effet pour conséquence une baisse de production résultant de l'arrêt de la croissance des branches et de la diminution de la surface de cime exposée à la lumière. De plus, en provoquant le frottement de rameaux enchevêtrés, le vent peut faire tomber des cônes verts (CANTIANI et SCOTTI, 1988).

6.2. Eclaircies et élagages.

La nature et la périodicité des coupes éclaircies et des élagages sont des éléments caractéristiques de l'aménagement des pinèdes équiennes de Pin pignon.

6.2.1. Eclaircies.

Les éclaircies commencent à l'âge de 8 à 10 ans et sont répétées tous les 4 ou 5 ans, avec une intensité variable selon la densité initiale du peuplement. Dans les pinèdes italiennes, il s'agit généralement d'éclaircies par le bas, avec élimination des arbres dominants ou co-dominants, peu productifs. Le critère de sélection, lié essentiellement à la production de pignes, doit tenir compte, selon CAPPELLI (1958), de la variation individuelle des sujets pendant une période d'observation d'au moins quatre ans (Tableau A).



Photo 7. Duna Feniglia (GR) - Italie - Futaie régulière dense de Pin pignon (*Photo Mercurio*)



Photo 8 - Isola del Giglio, Archipel toscan - Un peuplement après éclaircie (*photo Mercurio*)

Tableau A - Production individuelles de cônes dans les pinèdes de Cecina, de Migliarino, de Duna Feniglia, pendant quatre années d'observations (d'après CAPPELLI, 1958).

| Années | N° de l'arbre échantillon | Production moyenne (kg) | Production individuelle minimum (kg) | Production individuelle maximum (kg) | Intervalle de variation (kg) |
|----------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Cecina | | | | | |
| Récoltes 1946 à 1949 | 41 | 75,02 | 18,7 | 125,6 | > 100 |
| Migliarino | | | | | |
| Récoltes 1953 à 1956 | 283 | 28,7 | 0,8 | 80,4 | 80 |
| Duna Feniglia | | | | | |
| Récoltes 1948 à 1951 | 60 | 23,8 | 9,1 | 45,7 | 36 |

L'éclaircie n'a pas d'effet immédiat sur la production. Dans un premier temps, les arbres bénéficient de plus de place, et la croissance en diamètre augmente la résistance mécanique du fût.

C'est seulement ensuite que l'on relève des effets significatifs sur la fructification (DE PHILIPPIS, 1949; CAPPELLI, 1958), bien que, l'année suivant l'éclaircie, l'augmentation de la production moyenne par arbre ne soit due qu'à l'élimination des arbres les moins producteurs (Photo 8).

Au Portugal, les résidus des éclaircies sont abandonnés, dûment broyés, sur le terrain, afin de limiter les risques d'incendie et d'enrichir le sol en matière organique. En l'absence de broyage, on laisse souvent les déchets sur le sol et, avant les grandes chaleurs, alors qu'ils sont déjà secs, on les émiette facilement à l'aide d'une herse (Photo 9).

En Italie, au contraire, les règlements en vigueur prévoient l'enlèvement des déchets de l'exploitation.



Photo 9 - Valladolid - Espagne - Les rémanents sont détruits par le feu (*Photo Mercurio*)



Photo 10 - Albarèse - Italie - Futaie à deux étages après le premier élagage (*Photo Scarascia*)

6.2.2. Elagages.

Le Pin pignon perd d'autant plus ses branches basses par élagage naturel que la densité du peuplement est élevée. Mais les élagages artificiels peuvent accélérer le phénomène et favoriser par là, la production des pignes.

Le premier élagage est fait lorsque les arbres ont atteint un diamètre d'au moins 8 à 10 cm, c'est-à-dire vers 10 ans environ, selon la rapidité de leur croissance. Ils ont alors 7 à 8 m de haut. Cet élagage, dénommé élagage de dégagement, ne doit pas dépasser le tiers de la hauteur totale. Les interventions ultérieures n'enlèveront que le tiers inférieur du houppier vert (Photo 10).

Les élagages s'exécutent:

- a) sur le fût, pour élever la base du houppier et obtenir une meilleure conformation de l'arbre et de meilleures qualités de bois;
- b) sur le houppier pour favoriser la production des pignes (Photo 11).

Dans des conditions de milieu et de densité favorables, le Pin pignon peut atteindre une hauteur de 25 à 30 m, avec un fût sans branches de 12 à 15 m (PAVARI, 1955; CIANCIO *et al.* 1986).

Le Pin pignon cicatrise bien les plaies d'élagage. Néanmoins il est préférable d'intervenir pendant la période de repos de la végétation, afin d'éviter le risque de dégâts dûs à des parasites.

La comparaison du rendement de différents outils utilisés pour l'élagage (tronçonneuse, scie égoïne, cisaille hydraulique, croissant) a montré que la tronçonneuse est la plus efficace. La température ambiante et la grosseur des branches à couper influent, à l'évidence, sur le rendement des interventions (BALDINI et NARDIBERTI, 1986) (Photo 12).

Dans la pinède de Cecina, on a effectué des essais d'élagage par ébourgeonnement sur de jeunes arbres. La qualité technologique du bois produit, dès lors sans noeud, est meilleure. La surface foliaire des pins traités est presque équivalente à celle des arbres témoins du fait de l'apparition d'aiguilles sur le fût en proportion et en quantité supérieures à la normale, ce qui laisse présager d'une croissance de l'arbre du même ordre de grandeur. Les arbres ébourgeonnés forment souvent des rameaux épicorniques, et nombreux sont ceux qui, en outre, déploient d'une façon exceptionnelle leurs branches les plus basses, prenant alors une forme typique en candélabre. A l'heure actuelle, les perspectives d'élagage par cette méthode sont encore incertaines (PIVI, 1957).

6.3. Aménagement des pinèdes pour la production de pignes.

En Italie, les pinèdes privées du littoral toscan destinées à la production de pignes sont aménagées depuis longtemps en futaies équiennes. Selon BIONDI et RIGHINI (1910), cet aménagement comprend:

- a) un dépressage à l'âge de 3 ou 4 ans, laissant 4000 tiges/ha;
- b) une première éclaircie et un élagage la 12^{ème} année, laissant 800 tiges/ha;
- c) une deuxième éclaircie avec élagage la 19^{ème} année, laissant 400 tiges/ha;

d) une troisième éclaircie et élagage la 27^{ème} année, laissant 100tiges/ha, densité définitive.

Dans la pinède de S. Rossore, en revanche, où les arbres étaient coupés à 1,50 m pour obtenir des fourches et un houppier plus étendu, la densité finale programmée était de 70 à 90 tiges/ha. Maintenant, le plan d'aménagement 1985-1994 prévoit une densité finale de 150 tiges/ha qui doit être atteinte dès la 36^{ème} année.

Une autre forme de traitement, adoptée depuis longtemps dans la pinède de Migliarino peut se résumer ainsi: dépressages effectués pendant les premières années (1^{ère} et 2^{ème}), puis pendant la 8^{ème} ou la 9^{ème} année, pour aboutir à une densité de 500-600 tiges/ha; les éclaircies, accompagnées d'élagage, sont pratiquées selon le schéma du tableau B.

Tableau B - Pinède de Migliarino. Schéma des éclaircies et des élagages (d'après PAVARI, 1955).

| Rang de l'opération | Nature de(s) l'opération(s) et âge du peuplement |
|---------------------|--|
| I | Eclaircie à 15-20 ans et élagage à hauteur d'homme |
| II | Eclaircie et élagage à 20-25 ans |
| III | Eclaircie à 25-30 ans |
| IV | Eclaircie et élagage à 35-40 ans |
| V | Elagage à 50-60 ans |
| VI | Elagage à 80-90 ans |

Le dernier élagage a ainsi lieu peu avant la coupe définitive (80-100 ans); le nombre de tiges/ha varie alors de 70 au minimum à 180 au maximum.

La production ligneuse obtenue en appliquant cet aménagement est donnée dans le Tableau C (voir page suivante).



Photo 11 - Albarèse (GR) - Italie - Futaie monostrate à vocation multiple: pignes, bois pâturage
(*Photo Scarascia*)

A la coupe définitive, on obtient de 250 à 350 m³ par ha. Si l'on considère les produits intermédiaires, la production totale peut être répartie comme suit: 40% de bois d'oeuvre, 30% de bois de chauffage et bois de mine et 30% de bois en fagot.

A la fin de la révolution, on coupe à blanc; la régénération est assurée par plantation. A ce propos, PAVARI (1955) signale, qu'à la longue, cette méthode pourrait se révéler dangereuse pour la survie des pinèdes.



Photo 12 - Albarèse (GR) - Italie - Elagage à la tronçonneuse (*Photo Mercurio*)

Tableau C - Répartition et nature de la production bois obtenue par les coupes intermédiaires (d'après PAVARI, 1955).

| Age (ans) | Nature des coupes | Nature et quantités des produits | | | |
|-----------|----------------------|----------------------------------|-------------------|------------------------|-----------------|
| | | Bois d'oeuvre (m³) | Bois de mine (st) | Bois de chauffage (st) | Fagots (nombre) |
| 15-20 | Eclaircie | - | 10 | 5 | 300 |
| 20-25 | Eclaircie et élagage | - | 10 | 8 | 800 |
| 25-30 | Eclaircie | 5 | - | 4 | 500 |
| 35-40 | Eclaircie et élagage | 3 | - | 5 | 600 |
| 50-60 | Elagage | - | - | 50 | 1500 |
| 80-90 | Elagage | - | - | 30 | 800 |
| TOTAL | | 8 | 20 | 102 | 4500 |

6.3.1. Production de pignes.

Du fait de sa rentabilité, la production de pignes, représente le principal intérêt des pinèdes de Pin pignon. La production dépend de différents facteurs, qui favorisent ou réduisent la production: la station, l'origine des peuplements, l'âge des arbres, le milieu, la densité, le traitement, les élagages, les modalités de régénération, l'état sanitaire, la présence d'éléments de perturbation de l'équilibre écologique de la pinède (par exemple la baisse de la nappe phréatique consécutive au creusement de puits artésiens pour l'approvisionnement en eau des cultures agricoles; augmentation de la salinité de la nappe salée, etc.).

La production de pignes dépend des facteurs ci-dessus et, par conséquent, il est très malaisé de donner de façon péremptoire un chiffre de production ayant une valeur générale.

6.3.1.1. Production des pinèdes espagnoles.

Selon les données de l'Annuaire des Statistiques du Ministère de l'Agriculture, la production annuelle moyenne, de 1975 à 1987, a été de 5734 tonnes de pignes en coque; un maximum de 9531 tonnes a été enregistré pour l'année 1981.

Au niveau national, étant donné que les cônes ne sont récoltés que dans 50% des pinèdes, dans lesquelles se trouvent des clairières, des arbres improductifs, et où les ouvriers ne montent pas sur les arbres trop hauts, les arbres difficiles à escalader, et sur ceux qui ont peu de cônes (CATALAN BACCHILLER, 1989), la production moyenne annuelle par hectare s'établit à 44 kg environ de pignes

en coque. En revanche, au niveau local, la production moyenne par ha est évaluée à un chiffre compris entre 600 et 1400 kg de pignes en coque: ces valeurs ne peuvent être admises que pour de petites surfaces, homogènes, et où tous les cônes de chaque arbre sont récoltés.

La production moyenne par ha des pinèdes publiques de la province de Valladolid, pour les récoltes 1962-63 à 1984-85, a été de 42 kg de pignes en coque pour une surface totale de 17000 ha. La meilleure récolte a été obtenue en 1979-80, avec une moyenne provinciale de 167 kg/ha de pignes en coque. Dans la province de Badajoz, pour les récoltes de 1971-72 à 1988-89, la production moyenne par ha de pignes en coque a été de 125 kg; les meilleures récoltes ont eu lieu en 1979-80 et en 1987-88, avec 279 et 364 kg respectivement (CATALAN BACCHILLER, 1989).

6.3.1.2. Production des pinèdes italiennes.

En Italie, la production moyenne de cônes est le reflet de différents systèmes de traitement. De ce fait, elle est très variable.

Selon BIONDI et RIGHINI (1910), la production moyenne de cônes par an, dans des pinèdes de 80 ans, est de 7,0 à 8,0 t/ha environ. Pendant la période 1964-1988, la production moyenne annuelle a été de presque 2622 t au total (ISTAT).

Malgré les pointes de 1970, 1978 et 1983, la production a régulièrement diminué. A cela, plusieurs raisons:

- la récolte est effectuée sur des surfaces de plus en plus limitées du fait que l'intérêt pour cette production se réduit;
- la productivité des pinèdes baisse en raison du manque de soins culturaux;
- les peuplements vieillissent.

Toutefois, une reprise vient des surfaces reboisées dans le Sud du Pays après la guerre, et qui entrent en production (CASTELLANI, 1989). Dans de bonnes conditions, la quantité de cônes récoltés varie entre 1,0 et 4,0 t/ha, équivalant à peu près à 0,2-0,8 t de pignes en coque.

Dans la pinède de Migliarino on récolte environ 2,5 à 3,0 t/ha de cônes, dont le rendement en pignes en coque est de 200 kg/ t; compte tenu du pourcentage élevé de cônes vides ou avortés^{13 14}, on obtient 12 à 15Kg de pignes pour 100 Kg pignes en coque.

On enregistre actuellement en Italie une hausse des importations en provenance du Portugal et d'Espagne, qui, de 1986 à 1988, sont passées de 300 t environ à plus de 700 t par an. Au contraire, on constate une baisse des exportations qui, pendant cette même période, ont chuté de 860 à 360 t par an (CASTELLANI, 1989). Depuis un certain temps, la production italienne doit également faire face à la concurrence de produits d'origine chinoise (il s'agit probablement des fruits comestibles de *Pinus bungeana* ou de *P. armandii*, morphologiquement similaires aux pignes de *P. pinea*). Ces produits sont mis sur le marché italien à des prix inférieurs à ceux pratiqués par les entreprises spécialisées de ce pays (CASTELLANI, 1989; PERUZZI *et al.* 1989; PERUZZI, MAZZONCINI *et al.* 1989).

¹³ Un hectolitre de cônes pèse 60 à 70 Kg. Un hl de cônes produit 15 à 18 Kg de pignes en coques. On trouve normalement 1300 à 1600 pignes dans 1 Kg de pignes en coques. Un litre de pignes en coques pèse 650 à 700 g (ALLEGRI, 1949). Le rapport poids de cônes/poids de pignes en coque est environ 5/1.

¹⁴ En Italie, les cônes non fécondés sont appelés couramment « pine gallerone », ceux qui sont victimes de parasites sont connus sous le nom de « pine pagliose » (BERNETTI, 1987).

6.3.1.3. Production des pinèdes portugaises.

Les meilleurs spécimens en matière de qualité et de productivité se trouvent dans la région d'Alcacer do Sal. La production moyenne en cônes/arbre par an y est comprise entre 250 et 1000-2000. Presque 95% de la production nationale de pignes sont destinés à l'exportation (VACAS DE CARVALHO et PINTO BERKEMEIER, 1991).

6.3.1.4. Production des pinèdes françaises, turques et israéliennes.

On n'a pas de données de production de fruits fiables en France et en Turquie. En Israël, seules les plantations situées à une altitude comprise entre 500 et 800m au-dessus du niveau de la mer ont une production appréciable.

6.3.1.5. Production des pinèdes tunisiennes.

En Tunisie, dans les peuplements âgés de 20 à 50 ans, la production de pignes varie de 50 à 250 kg/ha, et la production totale est estimée à 200 t. Presque la moitié de cette production est utilisée par les populations locales; 10% seulement, en moyenne, sont consacrés à la propagation de l'espèce (ALOUÏ, 1988).

6.3.2. Production et caractéristiques morphologiques.

Des corrélations entre production et caractéristiques morphologiques ont été mises en évidence. Ces corrélations concernent:

- a) la quantité de cônes produits et le diamètre à hauteur d'homme (1,30 m);
- b) la production de cônes et le diamètre moyen du houppier;

Ces corrélations sont de type linéaire. Elles ne sont valables que dans les limites des dimensions des arbres utilisées pour les établir¹⁵. On peut se baser sur elles pour prévoir la production.

6.3.2.1. Production de cônes et diamètre à hauteur d'homme.

Pour les pinèdes de Migliarino (1), de Cecina (2) et de Duna Feniglia (3) CAPPELLI (1958) a établi les équations suivantes:

$$Y_{kg} = 3,154 X_{cm} - 75,173^{16} \quad r = 0,6708 \quad (1)$$

$$Y_{kg} = 2,992 X_{cm} - 52,780 \quad r = 0,4350 \quad (2)$$

$$Y_{kg} = 1,808 X_{cm} - 22,985 \quad r = 0,4940 \quad (3)$$

où:

Y_{kg} représente la production de cônes en kg;

¹⁵ Aucune étude ne semble avoir été faite pour savoir si ces limites pouvaient être élargies.

¹⁶ Les valeurs moyennes de chaque classe de diamètre sont interpolées par (2). Néanmoins les valeurs minima et maxima sont éloignées de celles données par l'équation.

Xcm représente la valeur du diamètre en cm.

Au Portugal, pour les pinèdes de la région d'Alcacer do Sal, VACAS DE CARVALHO *et al.* (1991) ont calculé l'équation suivante:

$$P = 29,7998 + 3,9558 \times \text{DAP} \quad r = 0,3451(4)$$

où:

P représente la production en nombre de cônes;

DAP est le diamètre à hauteur d'homme en cm.

On déduit de cette corrélation que pour un DAP de 35 cm (atteint à l'âge de 40 ans environ), la production par arbre doit être de 108 cônes.

6.3.2.2. Production de cônes et diamètre du houppier.

Les valeurs moyennes du diamètre du houppier et de la production de cônes, calculées par CAPPELLI (1958) sont données dans le tableau D.

Les équations des droites de régression sont:

$$Y_{kg} = 0,199 X_{cm} - 97,975 \quad r = 0,804 \text{ (Migliarino)}$$

$$Y_{kg} = 0,194 X_{cm} - 80,525 \quad r = 0,682 \text{ (Cecina)}$$

$$Y_{kg} = 0,030 X_{cm} + 7,320 \quad r = 0,282 \text{ (D. Feniglia)}$$

où Xcm est la valeur moyenne du diamètre du houppier en cm.

Tableau D - Production de cônes en fonction du diamètre du houppier.

| Localité | Diamètre du houppier (cm) | Production (Kg) |
|---------------|---------------------------|-----------------|
| Migliarino | 645,9 | 30,3 |
| Cecina | 815,2 | 77,3 |
| Duna Feniglia | 651,1 | 27,0 |

De l'observation des droites de régression correspondantes il apparaît que:

- 1) à Migliarino et à Cecina, à une augmentation du diamètre du houppier de 25 cm correspond une augmentation de la production de 5 kg; les arbres ayant un diamètre inférieur à 5 m ont une production presque nulle;
- 2) pour la Duna Feniglia, l'accroissement est de beaucoup moindre: à une augmentation de 25 cm du diamètre du houppier correspond un accroissement d'à peu près un kilogramme de cônes.

7. LES PINEDES A VOCATION DE PRODUCTION MIXTE (BOIS - PIGNES)

7.1. Généralités.

Les pinèdes du domaine public sont souvent orientées vers une production mixte bois - pignes.

L'aménagement prévoit toujours une révolution de 80 à 100 ans et la régénération par plantation après coupe à blanc (Cecina, Duna Feniglia). Les éclaircies sont plus faibles et espacées que dans le cas de peuplements à vocation fruitière de façon à obtenir des tiges de meilleure conformation. Selon MERENDI (1931), les éclaircies doivent débiter à la 15^{ème} année. A 40 ans, il reste moins de 100 tiges/ha. Cette densité correspond au maximum de rentabilité pour la pinède.

Pour la pinède de Cecina, BARONI (1973) indique une révolution 80 ans et des éclaircies plus faibles pour atteindre une densité finale de 200 tiges/ha à l'âge de 60 ans.

7.2. Paramètres dendrométriques.

En Italie, des observations dendrométriques effectuées dans de jeunes plantations ont fourni les données du tableau E de la page suivante.

Tableau E - Paramètres dendrométriques relevés dans de jeunes plantations de Pin pignon (d'après ECCHER, 1972).

| Exposition prédominante | Sud-ouest | Nord-est |
|---------------------------------------|-----------|----------|
| Age de la plantation (ans) | 11 | 15 |
| Disposition des arbres | septonce | septonce |
| Nombre d'arbres/ha | 985 | 708 |
| Diamètre moyen à 1,30m (cm) | 13,90 | 23,10 |
| Hauteur de l'arbre d'avenir | 5,37 | 8,60 |
| Coefficient de forme/volume total | 0,59 | 0,54 |
| Coefficient de forme/volume bois fort | 0,51 | 0,52 |
| Pourcentage d'écorce | 33,5 | 25,50 |

L'importance relative de la cime et de l'écorce se réduit avec l'âge et passe de 43% à 9 ans à 27% à 17 ans. L'importance relative de la cime seule est inférieure chez *P. pinea* à ce qu'elle est chez *P. radiata* et *P. halepensis*; cet avantage est contrebalancé chez le Pin pignon par un pourcentage d'écorce très élevé (ECCHER, 1972; 1974).

7.3. Tarifs de cubage.

Les tableaux 5 à 12 présentés en annexes donnent les principaux tarifs de cubage, à une ou à deux entrées, élaborés pour les pinèdes de Pin pignon en Italie.

7.4. Production et tables de production.

L'accroissement moyen annuel du volume de bois est généralement de 3 à 4 m³/ha (MERCURIO, 1989). Dans des conditions écologiques très favorables, et lorsque priorité est donnée à la production de bois, (peuplements denses), on peut arriver à des accroissements de 7 à 8 m³/ha par an (CIANCIO, 1968).

En France, on atteint généralement un accroissement moyen compris entre 0,5 et 2 m³/ha par an; néanmoins, la production des peuplements situés sur les sables littoraux, en milieu favorable, dépassent 10 m³ par hectare d'accroissement courant (LABADIE, 1983).

En Argentine, on obtient des productions très élevées: 17m³/ha par an, dans des

peuplements qui atteignent 14,50 m de hauteur à 27 ans (COZZO, 1969) et des tiges qui, dans la plupart des cas, fourchent au-dessus de 2 m.

En Grèce, dans des plantations de 22 et de 40 ans, on a calculé des accroissements respectivement de 5,1 et 2,2 m³/ha/an, suivant les conditions de milieu.

Au Portugal, dans la région d'Alcacer do Sal, l'accroissement moyen de la production ligneuse est à peu près de 4 m³/ha/an.

En Tunisie, l'accroissement moyen, estimé pour de nombreux peuplements de différents âges et densités, varie de 3,4 à 8,9m³/ha/an.

Les tables de production, élaborées pour les pinèdes italiennes, sont exclusivement valables au niveau local pour les raisons suivantes:

- a) le traitement réellement appliqué aux pinèdes de Pin pignon est toujours très variable: les plans d'aménagement prescrivent une modération et une prudence extrêmes pour les interventions sylvicoles;
- b) de nombreuses contraintes ont amené à l'abandon des activités forestières dans les pinèdes (importance des dépenses; difficultés pour trouver de la main-d'œuvre; orientations nouvelles en matière de protection du milieu multipliant les contraintes, éventuellement sur le même terrain; CANTIANI et SCOTTI, 1988). Cela a induit l'arrêt presque complet des éclaircies et des élagages.

Une autre raison de la spécificité des tables de production est, selon BERNETTI (1987), le fait qu'il est très difficile de trouver des peuplements qui, ayant subi des traitements identiques, puissent être comparés entre eux: l'influence du milieu est alors prépondérante et si l'on compare, par exemple, les données de volume à l'hectare des peuplements du tableau E précédent, on observe que, dans l'exposition au Nord-Est, à l'âge de 17 ans, le volume est de 137,224 m³, tandis qu'au Sud-Ouest, à l'âge de 13 ans, ce volume n'était que de 47,349 m³. Ces données confirment la différence de fertilité entre les deux stations.

En raison de l'hétérogénéité des traitements, une étude de la production ayant un caractère général, fondée sur la méthode habituelle des placettes expérimentales temporaires, n'est pas possible. Ainsi, LA MARCA (1989), dans la construction des tables de production de la pinède de la Dune Feniglia, ne fait pas référence à la densité normale, en l'absence d'éclaircies régulièrement effectuées aux âges prescrits, mais plutôt à la situation moyenne réelle (tableau 17 en annexe).

Les tables de production de CASTELLANI (1989) tiennent compte des deux différents types de structure les plus fréquents en Italie: pinèdes denses à vocation mixte (bois et pignes); peuplements plutôt clairs (tableaux 18 et 19 en annexe).

Il n'y a pas de tables tenant compte des différentes vocations des pinèdes et permettant de suivre l'évolution du peuplement à partir de différentes conditions initiales et traitées différemment.

CANTIANI et SCOTTI (1988) ont développé un modèle mathématique de croissance en simulant l'évolution de la distribution des diamètres de 20 à 100 ans, dans des peuplements ayant eu une densité initiale de 200, 350 et 500 tiges/ha. Ce modèle est bâti sur un coefficient de compétition exprimant les effets des éclaircies. Cela a permis de réaliser des tables de production distinctes pour huit traitements (combinaison d'intensités et de périodicités d'éclaircie). Chaque traitement correspond

à un modèle sylvicole différent. Cette étude a montré, entre autres, que la production de pignes est directement liée aux dimensions du houppier, et est extrêmement sensible aux effets de la concurrence qui, dans certaines limites, a une influence plus importante que celle de l'âge de l'arbre (tableaux 13 à 16 en annexe).



Photo 13 - Ile d'Elbe - Italie - Pinède de protection sur sols préparés en gradins (*Photo Mercurio*)

8. LES PINEDES DE PROTECTION.

Les pinèdes plantées le long des côtes ont pour but de constituer des brise-vents destinés à protéger contre les vents marins et les sables ce qui est derrière eux (surfaces cultivées, routes, bâtiments, etc.).

Le succès de ces plantations et leur croissance ultérieure dépendent tout autant de la connaissance des conditions de milieu que des caractéristiques de la végétation préexistante.

L'introduction du Pin pignon dans des formations xérophiles ou hygrophiles n'est pas à recommander tant pour des raisons d'ordre écologique, conditions peu favorables à sa réussite, que pour des raisons de respect du paysage ou de conservation de la végétation psammophile très endommagée par le tourisme balnéaire. De même la végétation des dunes doit impérativement être scrupuleusement respectée, faute de quoi elle ne pourrait assurer son irremplaçable mission de protection.

Les pinèdes plantées en substitution de la végétation pionnière à base de genévriers et des forêts littorales de chêne-verts, et parfois de peuplements hygrophiles à feuillage caduque, se défendent

mal contre leur environnement. Il en est de même pour celles installées dans les zones interdunaires humides, ou dans des dépressions périodiquement submergées.

De meilleurs résultats sont obtenus par les plantations effectuées sur des systèmes dunaires d'origine récente, sur lesquels les écosystèmes forestiers potentiels ne se sont pas encore établis (ARRIGONI, 1993). Dans ce cas, un sous-bois de genévrier et de sclérophytes dense et luxuriant s'installe sous la pinède; il faudra contrôler son développement pour permettre la régénération naturelle du Pin pignon. Dans certaines pinèdes littorales italiennes, la présence de *P. pinaster* pose des problèmes particuliers sur les plans écologique, sylvicole et de l'aménagement, du fait de la compétition intense qu'il exerce à l'égard de *P. pinea*: le Pin maritime, dont au surplus la dissémination est particulièrement aisée, tend à former une litière d'aiguilles épaisse et à décomposition lente, ce qui provoque une acidification progressive du sol et, par voie de conséquence, empêche le développement de la végétation adventice (ARRIGONI, 1993). Dès lors, la physionomie de la pinède à Pin pignon serait modifiée sans intervention sylvicole. Il est donc nécessaire de définir les rapports éco-biologiques et culturels entre le Pin pignon et le Pin maritime. De même, GATTESCHI (1975) souligne que les peuplements, fréquents, constitués d'un mélange de ces deux pins ne sont pas acceptables sur le plan sylvicole, parce que, sauf intervention, ils évoluent inexorablement vers la disparition du Pin pignon.

Le Pin pignon peut être utilisé pour l'amélioration des formations dégradées du maquis, sur les bas de pente. L'introduction de cette espèce permet le développement d'une nouvelle formation végétale. La récupération de tels sols a été réalisée dans le sud de l'Italie et dans les îles soit par plantation soit par semis direct sur des gradins (Photo 13) ou banquettes. La phase suivante prévoit des éclaircies fréquentes, de façon à favoriser la réinstallation spontanée et le développement du maquis et à augmenter la stabilité du peuplement.

Des plantations de protection ont été réalisées en Tunisie au début du siècle sur les dunes littorales pour enrichir des subéraies dégradées et du maquis.

9. LES PINEDES COTIERES ET LE TOURISME.

9.1. Le Pin pignon dans l'évolution du paysage.

Le Pin pignon est un véritable témoin de l'histoire de l'évolution économique, sociale et culturelle des populations du Bassin méditerranéen. C'est un arbre qui marque le paysage de cette région, où il a toujours été introduit, ou réintroduit, dans des milieux profondément liés aux activités humaines (jardins et parcs, plantations d'alignement ou autres), milieux qui, toutefois, ont été "conquis" avec bonheur par le pin, qui devient ainsi un élément de valeur écologique et économique (GIACOMINI, 1968).

9.2. Les pinèdes côtières et le tourisme.

Les pinèdes littorales constituent une entité bio-écologique importante sur le plan de l'esthétique du paysage, ainsi que pour l'ensemble des éléments de la nature. Elles constituent un exemple particulièrement intéressant: de tels peuplements induisent en effet des activités touristiques et récréatives intenses, favorisent la création d'infrastructures et le développement économique de leurs environs. Ainsi, la présence d'une pinède derrière la plage ensoleillée est appréciée par les touristes, qui aiment le changement qu'elle procure par rapport à la côte sableuse: de l'ombre pour se reposer ou se promener, des parcours et des équipements sportifs, des pistes cyclables et des terrains pour pique-niquer, etc. (CANTIANI, 1971; PAIERO, 1971; GATTESCHI e MILANESE, 1988; 1989) (Photo 14).



Photo 14 - Ladispoli (RM) - Italie - Pinède à vocation fruitière, actuellement utilisée à des fins touristiques: camping (*Photo Mercurio*)



Photo 15 - Alcacer do Sal - Portugal - Plantation greffée pour la production de pignes (*Photo Mercurio*)

10. LES MODALITES DE MISE EN PLACE DE *P.PINEA* ET PREMIERS SOINS CULTURAUX.

Les modalités de mise en place et de traitement des plantations réalisées avec du matériel sélectionné relèvent de la sylviculture et de la ligniculture. On considère actuellement que le Pin pignon est une essence utilisable pour mettre en valeur les terres en jachère.

Deux modes de mise en place peuvent être utilisés:

- la plantation;
- le semis direct.

La plantation suppose de disposer de plants d'où la nécessité d'établir des pépinières.

10.1. Mise en place par plantation.

10.1.1. Techniques de pépinière.

Les semis sont faits en septembre ou au printemps et la germination a lieu 1 à 5 semaines après.

Les plants sont élevés dans différents types de conteneurs: (sachet de polyéthylène, fertil pot, etc.), et de tailles variables.

Les graines, qui ont été préalablement humidifiées, sont semées dans le conteneur contenant un substrat stérilisé et fertilisé, à raison de 2 à 3 graines par conteneur.

Les graines sont réparties sur le substrat puis recouvertes de vermiculite et arrosées avec des fongicides afin de contrôler la fonte des semis.

Les conteneurs sont rangés en blocs, à même le sol ou sur des châssis à 15 cm de ce dernier pour favoriser l'auto-cernage, stimuler l'émission de racines secondaires et éviter la formation d'un chignon à la place du pivot¹⁷.

Pour résoudre le problème de la déformation racinaire, tout en gardant la structure simple du sachet en polyéthylène, on a mis au point un conteneur tronconique dont le fond, convexe, est percé d'ouvertures longeant la paroi¹⁸ (AMORINI et FABBIO, 1984). Ce système permet de contrôler le développement des racines qui émergent du fond du conteneur, en provoquant leur dessèchement par auto-cernage. Les semis de Pin pignon élevés dans ce type de conteneur ont montré un développement équilibré et une bonne structure racinaire.

La levée a lieu environ 15 jours après le semis. Les plants restent en pépinière 6 à 8 mois, un an au maximum, délai au-delà duquel la déformation des racines devient irréversible (ALLEGRI, 1949).

¹⁷ Pendant la croissance en conteneur en effet, les racines atteignent le fond 3 à 4 semaines après le semis (pour ce qui est des Pins méditerranéens) et poursuivent leur croissance en formant un chignon; cette anomalie devient irréversible après le début de la lignification et compromet la stabilité future de l'arbre (SALEM, 1979).

¹⁸ Istituto Sperimentale per la Selvicoltura di Arezzo.

10.1.2. La plantation proprement dite.

10.1.2.1. Généralités.

Les conditions écologiques de l'aire du Pin pignon et les difficultés d'approvisionnement en graines font de la plantation la méthode d'établissement actuellement la plus utilisée (Photo 16).



Photo 16 - S.Rossore - Italie - Plantation de Pin pignon (*Photo Mercurio*)

L'emploi de plants élevés en conteneur se justifie particulièrement dans les régions méditerranéennes chaudes et arides, caractérisées par une pluviosité insuffisante pendant la saison de végétation, par des conditions de sol souvent difficiles (difficulté de mécaniser les opérations, sables exposés à un fort réchauffement ou à un léger mouvement superficiel, que la nappe phréatique soit profonde ou très superficielle, etc.); cette technique elle est également indiquée dans les zones où oiseaux et des rongeurs ont tendance à déterrer et manger les graines des semis directs.

La plantation proprement dite se fait de l'automne au printemps suivant le régime thermo-pluviométrique de la station.

10.1.2.2. Préparation du sol.

Le labour peut être réalisé en plein, par bandes, sur gradins ou banquettes, etc., après un débroussaillage partiel ou total.

Le défrichage n'est pas nécessaire sur les dunes littorales fixées: on ouvre les potets au moment de la plantation. On emploie des plants d'un an qui sont généralement plantés de février à avril.

10.1.2.3. Densités de plantation.

Du fait de ses caractéristiques morphologiques et fonctionnelles, le Pin pignon est un arbre apte à vivre presque isolé (BERNETTI, 1987). Cette hypothèse peut expliquer pourquoi la densité a des effets aussi déterminants sur le développement des arbres, sur leur production et leur bio-écologie (CANTIANI et SCOTTI, 1988). GIORDANO (1968) estime que *P. pinea* constitue des peuplements clairs, justement à cause de son port "en parasol" qui, selon SCHIMPER (1903), caractérise les arbres des savanes tropicales avec une ou deux saisons sèches.

Malgré ces caractéristiques, le Pin pignon peut être planté à forte densité, ce qui induit l'allongement du fût, la formation d'un houppier clair, peu étendu, et d'un système racinaire faible. Les peuplements composés de tels arbres sont particulièrement exposés à des dégâts d'origine biotique et abiotique (MERENDI, 1931; PAVARI, 1955; CANTIANI, MASSEI *et al.* 1984; LAMARCA, 1989).

La réduction progressive d'une densité initiale élevée est donc indispensable, même dans les cas où les plantations sont réalisées pour répondre à la demande croissante d'aires de loisir, pour le tourisme ou la récréation où un maximum d'ombre est souhaité.

Les modes de plantation les plus utilisés sont en septonce¹⁹ et en carré. Ce dernier est actuellement le plus largement adopté.

Les espacements entre les plants varient de 2m x 3m (1.667 plants par ha) à 3m x 3m (1.111 tiges par ha) ou 4m x 4m (625 tiges par ha), selon le type de sol, le but de la plantation (production de pignes, de bois, etc.) et la possibilité de mécaniser ou non les travaux.

En Israël, la densité de plantation est d'environ 3.000 plants/ha; cette densité élevée a été retenue pour obtenir:

- un développement rapide du couvert végétal, offrant ainsi un spectacle agréable à l'oeil;
- un contrôle efficace de la végétation préexistante;
- une meilleure conformation des arbres (absence de fourches ou de jumelles, diminution du nombre de branches basses).

10.2. Le semis direct.

Le semis direct est avantageux dans le cas de reboisement de protection. Après la guerre, en Calabre, on a obtenu une couverture rapide et complète du sol avec des semis directs denses (90-100 kg de graines/ha), tout en courant moins de risques d'échec dûs à d'éventuels dégâts provoqués par les animaux sur les jeunes arbres et en réduisant, d'autant, les frais éventuels de regarnis (CIANCIO, 1970).

On préfère également le semis pour les sols sableux, parce ces derniers facilitent toutes les opérations de préparation du terrain ainsi que la levée des graines.

On commence généralement les semis dès mars-avril, dans les sites à précipitations de printemps, ou bien en septembre, ailleurs, de façon à ce que les semis soient installés avant l'hiver. D'une manière générale, il est préférable de semer au printemps pour limiter les dégâts causés par les

¹⁹ Alors que dans une plantation en quinconce les plants occupent les sommets d'un carré et son centre, dans une plantation en septonce, ils occupent les six sommets d'un hexagone et son centre.

vents hivernaux. Dans les sites à hiver très doux, on peut semer en automne ou en hiver.

Le semis peut se faire sur sol totalement ou partiellement débroussaillé, en plein (70-100 kg/ha), sur bandes distantes de 1,50 à 3,00 m (40-50 kg/ha), en lignes simples ou doubles, ou en potets (15-25 kg/ha) (DE PHILIPPIS, 1957; CIANCIO, 1970). Le semis dans de petits sillons est recommandé quand le défrichage du sol est coûteux, pour économiser les graines et pour laisser une bande de végétation naturelle entre les sillons dans les stations battues par les vents.

La graine doit être recouverte de 2 ou 3 cm de terre (4-5 cm sur sol sableux), que l'on peut obtenir par ratissage, ou par binage lorsque le semis est fait sur un terrain en friche.

10.3. Entretien des plantations.

Les entretiens sont soit des sarclages, soit des désherbages, des nettoyages ou des dépressages.

Les nettoyages sont impératifs dans le cas de semis directs, afin d'éviter l'invasion par les plantes adventices qui constituent un risque d'incendie et la concurrence qu'elles exercent pour l'approvisionnement en eau.

Les dépressages sont indispensables en cas de semis denses (qui peuvent engendrer quelques dizaines de milliers de plants par hectare). Ils doivent être exécutés entre la seconde année et la 4^{ème} année; à cet âge il ne doit plus rester que 3.000 à 4.000 tiges/ha au maximum (DE PHILIPPIS, 1957).

Pour les dépressages effectués avant la 5^{ème} année, les critères d'exécution sont numériques et basés sur les distances entre les arbres; au contraire, si on commence les dépressages après la cinquième année, les critères d'intervention sont alors des critères sélectifs parce que, à cet âge, il est possible de reconnaître, et donc de favoriser, les arbres qui ont de bonnes caractéristiques (CIANCIO, 1970).

10.4. Production d'arbres à but ornemental.

Le Pin pignon est une des espèces ornementales les plus recherchées pour les parcs, les jardins, et les plantations d'alignement.

La technique d'élevage doit permettre d'obtenir des fûts allongés, un houppier haut, un pivot mince et facile à couper au moment de la transplantation.

Cette technique comporte:

- un semis très serré, en lignes espacées de 30 cm environ, de façon à ce que les plants puissent se développer pendant 6 à 8 ans.
- un repiquage après un premier élagage des sujets qui présentent les meilleures caractéristiques; ces plants doivent être étayés ; ils restent 3 à 6 ans supplémentaires en pépinière.
- à un âge compris entre 9 et 14 ans, les jeunes arbres sont soit à nouveau transplantés en conteneur²⁰ où ils resteront deux à trois ans, soit installés à leur emplacement définitif. Les arbres doivent

²⁰ Caissettes en bois, pots en terre cuite, matériels plastiques ou en aluminium.

être étayés par un tuteur, ou assujettis à un trépied de bois jusqu'au moment où l'appareil racinaire assure une stabilité suffisante. L'arrosage pendant la saison estivale est indispensable pour la bonne réussite de la plantation (BAGLIONI, 1991).

Ce type de matériel de propagation est souvent exposé à de graves stress de transplantation. Par conséquent, son emploi dans des buts forestiers, bien qu'imprudemment suggéré, est absolument à déconseiller.

11. LA PLANTATION D'ARBRES POUR LA PRODUCTION DE PIGNES.

11.1. Généralités.

Le greffage des arbres destinés à la production de pignes permet de hâter le début de la production (d'où une meilleure rentabilisation des investissements) et de résoudre, en partie, le problème de la rareté de la main-d'œuvre pour la récolte des cônes (arbres moins hauts). La méthode, en Espagne, prévoit de planter les porte-greffes à écartement définitif ainsi que des soins cultureux intensifs (défrichage du terrain, fumure, etc). On procède au greffage lorsque les porte-greffes ont 2 à 4 ans; les greffons sont prélevés sur des individus sélectionnés pour leurs performances de production de pignes (Photo 15).

Les greffes homoplastiques et heteroplastiques²¹ de Pin pignon sont fiables (MAGINI, 1966; BACCARI *et al.* 1968). Elles se comportent comme des individus femelles, c'est-à-dire qu'elles ne forment pas de microsporophylles, du moins les 15 premières années. Le pollen, nécessaire pour la fécondation et la formation du fruit provient de pins des environs. On effectue la première récolte lorsque les greffes ont au moins 4 ans (CATALAN BACHILLER, 1989).

Les porte-greffes peuvent être du *P. pinea* ou du *P. halepensis*.

11.2. Greffes de Pin pignon sur Pin pignon.

Des plantations expérimentales de ce type ont été réalisées depuis 20 ans en Castille et Léon. Les résultats sont satisfaisants. Les greffes ont été effectuées à Valladolid et à Badajoz. A Badajoz il existe aujourd'hui presque 30 ha de plantations de Pin pignon greffé sur Pin pignon; ces plantations ont été implantées dans d'excellentes conditions de milieu, sur des sols arénacés et ardoisiers; les densités varient de 200 à 250 tiges/ha, (CATALAN BACHILLER, 1989).

11.3. Greffes de Pin pignon sur Pin d'Alep.

En Murcie et à Castellon, sur des sols argileux, marneux ou gypseux, le greffage a été réalisée sur porte-greffe de Pin d'Alep, mieux adapté à ces sols que d'autres pins. Dans la province de Castellon, plus de 10 000 greffes de Pin pignon sur Pin d'Alep ont déjà été réalisées ; les pins les plus âgés ont maintenant une vingtaine d'années. Les plantations ont été réalisées en employant comme porte-greffe des semis de Pin d'Alep âgés de deux ans et élevés en conteneur. Les résultats obtenus montrent qu'au cours des 15 premières années, on ne constate aucun phénomène de rejet. En l'absence d'exemplaires adultes de *P. pinea*, on procède à la pollinisation artificielle des fleurs femelles. Quarante-vingt-dix pour cent de ces fleurs produisent des cônes adultes ayant le même nombre de pignons pleins et le même pourcentage de graines vides ou avortées que les cônes récoltés dans les pinèdes naturelles.

²¹ Une greffe homoplastique est une greffe dans laquelle greffon et porte greffe appartiennent à la même espèce, voire au même individu; dans une greffe heteroplastique il s'agit de deux espèces différentes.

Les cônes, ainsi que les pignes obtenus, ont des dimensions comprises dans les fourchettes de variation relevées pour les dimensions des cônes et des pignes de l'espèce (CATALAN BACHILLER, 1989).



Photo 17 - Maremma Toscana - Italie - Sechage des cones en plein air (*Photo Mercurio*)

11.4. Avenir.

De vastes étendues de terrains agricoles destinés à la céréaliculture ont été abandonnées en Espagne depuis ces dernières années. On estime que le phénomène va se poursuivre. Il est proposé que ces terrains soient mis en valeur par la création de plantations d'arbres produisant précocement des pignes, en greffant du Pin pignon sur des porte-greffe de la même espèce, ou d'autres espèces (Pin d'Alep, Pin maritime, etc.) (CATALAN BACHILLER, 1989).

12. LA RECOLTE DES CONES.

La fructification du Pin pignon commence à un âge compris entre 15 et 20 ans et atteint son maximum vers 40 ans.

La récolte des cônes est faite traditionnellement à la main, mais les contingences modernes ont amené les producteurs à une mécanisation plus ou moins complète de cette opération.

12.1. Récolte manuelle.

La récolte des cônes est faite en hiver ou au printemps par des ouvriers spécialisés, qui grimpent dans les arbres à l'aide de crampons ou d'échelles. Ils provoquent la chute des cônes mûrs de l'arbre où ils se trouvent et éventuellement de ceux des voisins à l'aide de perches crochues.

Au-dessous des arbres, d'autres ouvriers ramassent les cônes à la main ou avec de grosses cuillères; ces cônes sont ensuite rassemblés en un endroit déterminé où ils sont triés et où sont éliminés les cônes non fécondés ou attaqués par des parasites.

Le séchage des cônes se fait en plein air, en tas (Photo 17), ou dans des entrepôts où ils restent jusqu'à l'été: ils sont alors exposés au soleil, ce qui provoque leur ouverture. L'extraction des pignes peut être faite à la main ou mécaniquement, au moyen de dessiccateurs-trieurs (GRADI, 1961). Les pignons criblés sont commercialisés pour la graine, ou pour un traitement industriel ultérieur. Cônes et coques sont utilisés pour le chauffage.

La récolte manuelle des cônes est un travail périlleux et très pénible. Les ouvriers doivent monter et descendre continuellement le long des troncs, parfois dans des conditions climatiques difficiles. De plus, aujourd'hui il est de plus en plus difficile de trouver du personnel qualifié parce que les jeunes préfèrent des travaux moins dangereux.

Les difficultés pour trouver de la main-d'œuvre ont ainsi régulièrement augmenté, ce qui a poussé à la recherche de systèmes mécanisés pour la récolte des cônes.

12.2. Techniques mécanisées de cueillette.

12.2.1. Techniques manuelles améliorées.

Avant d'en arriver à la mécanisation, on a d'abord cherché à faciliter la récolte manuelle.

On a ainsi pensé à utiliser des échelles qui se superposent pour grimper. Ces échelles, en matériel léger, sont tout à fait sûres, mais prennent beaucoup de temps pour le montage et le démontage.

On a aussi essayé des crochets fixés aux jambes des récolteurs avec des courroies: ces crochets ne peuvent être employés lorsque les troncs sont très gros, surtout à cause des dégâts qu'ils provoquent.

Une autre idée a été, pour les pinèdes situées sur terrain plat et constituées de grands arbres éloignés les uns des autres, d'utiliser un bras hydraulique extensible, monté sur une remorque ou sur un tracteur, qui laisse les ouvriers sur les houppiers, où ils se déplacent pour détacher les cônes. Une fois la récolte effectuée, les ouvriers descendent des arbres à l'aide d'une corde.

12.2.2. Techniques mécanisées proprement dites.

En terrain plat et dans des peuplements jeunes comprenant par hectare 200 à 400 arbres aux cimes peu développées, on a obtenu de bons résultats avec des machines secouant les arbres, similaires à celles qui sont employées pour la récolte des olives. Des expériences actuellement réalisées, il résulte que les vibrations ne provoquent ni dégâts aux arbres ni la chute des cônes verts. Toutefois, ces machines sont sans intérêt pour les arbres dont les houppiers sont amples car les cônes situés loin du fût ne sont pas détachés par les vibrations.

Ces machines doivent être mises en œuvre par du personnel qualifié parce que, si le fût est assujéti à la machine trop bas ou si les vibrations sont trop violentes, on obtient, certes, la chute de tous les cônes, mais l'arbre est endommagé (CATALAN BACHILLER, 1989).

La mécanisation de la récolte s'est développée en Italie, bien que la récolte manuelle soit encore préférée là où il est encore possible de trouver de la main-d'œuvre. Toutefois, étant donné le coût de l'équipement et le fait que son utilisation est limitée à trois mois seulement de l'année (novembre à février), sa diffusion est encore limitée.

En Toscane, dans le Latium et en haute Campanie, on utilise maintenant des machines du genre de celles destinées à la récolte des olives (BONAMINI, 1988). Ces machines ont évolué depuis des types polyvalents jusqu'à des modèles plus spécifiquement destinés à la récolte des cônes de Pin pignon. Les plus récentes utilisent le moteur DIESEL d'un tracteur agricole ordinaire pour imprimer à un bras des vibrations multidirectionnelles grâce à deux masses excentriques tournant en sens inverse. Dans les machines actuellement utilisées en Italie, le bras qui supporte le secoueur est monté sur pivot à l'avant de la machine, ce qui permet un assujettissement aisé des fûts et un contrôle optimal des vibrations par l'opérateur. La puissance nominale du moteur est de 180 Ch DIN et le châssis est articulé à 4 roues motrices de même diamètre, ce qui confère à l'ensemble une très bonne manoeuvrabilité en milieu forestier.

Le modus operandi prévoit d'assujettir la tige à 2,5m de hauteur environ, une fréquence de vibration de presque 4000 Hz et une durée de vibration variant de 3 à 10 secondes, selon le diamètre des arbres. L'opération doit être conduite lorsque les arbres sont complètement secs, pendant les heures les plus chaudes de la journée, en évitant d'intervenir par grand froid et en limitant la durée des vibrations au minimum indispensable. Il est recommandé de ne secouer les arbres qu'une seule fois à chaque récolte (BONARI *et al.* 1980; BONAMINI, 1988).

12.3. Comparaison des deux techniques.

Les expériences comparatives réalisées par BONARI *et al.* 1980, BONARI et PERUZZI 1989, ont montré que la mécanisation permet de gagner, par arbre, plus de cinq minutes de travail par rapport au temps moyen nécessaire avec le système traditionnel. La technique de récolte ne semble pas avoir d'influence sur le temps nécessaire pour le ramassage des cônes tombés à terre; toutefois, ramené au nombre de cônes tombés, ce temps s'avère un peu plus élevé avec la cueillette traditionnelle. En définitive, le temps total (secouement et ramassage) est en moyenne d'un peu plus de 2,5 minutes par arbre avec le système mécanisé, ce qui correspond à la récolte de 63 kg de cônes par heure; en revanche il faut presque 8 minutes par arbre avec le système traditionnel pour récolter 16 kg de cônes par heure.

Le secouement mécanique provoque la chute de presque 20 cônes par arbre: 8% des cônes à récolter restent sur l'arbre. La cueillette traditionnelle permet de recueillir presque tous les cônes (1% seulement reste sur l'arbre).

Le poids moyen des cônes récoltés par les deux techniques est du même ordre de grandeur.

L'évaluation du rendement moyen en amandes est semblable dans les deux cas.

12.4. Choix de la technique.

La machine est avantageuse pour les exploitations à partir de 75 à 100 ha.

Le temps d'utilisation de la machine est indépendant de la quantité de cônes existant sur l'arbre. Ce fait revêt une importance particulière pour les entreprises qui traitent les cônes de la récolte, jusqu'à la commercialisation des pignes, en passant par leur extraction et leur traitement.

La cueillette traditionnelle est préférable à la mécanisation dans les réserves naturelles et, de toutes façons, dans les pinèdes du domaine public à structure pluri-stratifiée et sous-bois dense (BONARI et PERUZZI, 1989; CASTELLANI, 1989)

13. LES CARACTERISTIQUES, NORMES ET EMPLOIS DU BOIS DE *P. PINEA*.

13.1. Caractéristiques.

Le Pin pignon a un bois de coeur jaune rougeâtre et un aubier blanc rosé avec des cernes distincts et généralement d'une certaine épaisseur; ce bois, tendre, à fil assez droit, a une texture moyenne à grossière; la présence de bois de compression est fréquente dans les fûts courbés par le vent. Les noeuds sont gros. La fibre est plutôt droite. Le bois est abondamment résineux et contient des poches de résine. Les altérations de couleur que l'on peut noter sont souvent dues à des champignons des genres *Lenzites* et *Fusicoccus* dont les spores passent à travers les blessures anciennes de l'écorce. La résistance aux attaques de champignons et d'insectes est faible (GIORDANO, 1990).

Le poids spécifique moyen du bois vert est de 900 kg/m³ et, après séchage normal, se réduit à 620 kg/m³. Le retrait est faible à moyen. La résistance à la compression axiale est en moyenne de 42 N/mm², la résistance à la flexion est de 83 N/mm²; ses caractéristiques en flexion dynamique sont modestes. Le module d'élasticité est de 13300 N/mm² (GIORDANO, 1990).

L'usinage du bois de Pin pignon est facile, mais la quantité de résine que ce bois contient oblige à des interruptions fréquentes pendant l'usinage (GIORDANO, 1990). Le séchage et les assemblages par clous ou vis sont aisés; toutefois ces derniers sont de faible résistance.

Le collage, le badigeonnage et la peinture s'effectuent facilement, mais les résultats ne sont pas toujours excellents.

13.2. Normes.

En Italie, les normes pour les bois de Conifères prévoient que les grumes doivent avoir une longueur nette de 4 m; on peut toutefois trouver également des dimensions plus importantes (par exemple pour des pièces de charpente et pour les pilotis) ou moindres. De même, la norme pour le diamètre des billes de sciage est de 20 cm minimum, et si ce diamètre est compris entre 16 et 19 cm, on parle de "sous-dimension" (sottomisura). Les billes qui ont une longueur nette de 2 m à 3,50 m et un diamètre de 20 cm ou plus sont appelées "bottolame", tandis qu'on parle d'états lorsque les billes de sciage ont une longueur de 1,80 m à 5 m et un diamètre de 7 cm à 25 cm (GIORDANO, 1990).

Les normes pour les planches sont 4 m pour la longueur, 16 cm et plus pour la largeur et des épaisseurs de 10,12, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70 ou 80 mm. Pour les planches "sous-dimensionnées", c'est à dire celles de 8 à 15 cm de large, les épaisseurs peuvent être de 10, 12, 15, 20, 25 ou 30mm. La longueur des planches de bottolame peut varier de 2 à 3,50 m, tandis que la largeur ne peut être inférieure à 16 cm avec des épaisseurs de 40,50 ou 60 mm. La volige (cortame) a une longueur de 2 à 3,50m, une largeur de 8 à 15 cm et une épaisseur de 10 mm ou plus. Les bois de 6 cm de large ou plus, de 1 m à 3,90 m de long et d'une quelconque épaisseur constituent les chutes (pezzame). Enfin, les sous-écorces (sottoscorze) sont les premières planches coupées après les dosses (GIORDANO, 1990).

13.3. Emplois du bois.

Le bois de Pin pignon est principalement employé pour les pilotis, le bois de mine, la charpente, le sciage (Photo 18 et 19) pour menuiserie grossière et emballages, la laine de bois, la trituration pour les panneaux, la pâte à papier ou la cellulose. Grâce à sa bonne résistance à l'humidité, le bois de Pin pignon est employé, surtout en Espagne et en Italie, dans la construction de bateaux (GIORDANO, 1990).

En Italie, la rentabilité de la production de bois est à peine supérieure de 20% à celle de la production

de pignes.



Photo 18 - Tronçonnage des grumes (*Photo Mercurio*)



Photo 19 - Pile de bois d'œuvre (*Photo Scarascia*)



Photo 20 - Albarèse (GR) - Italie Pinède à vocation multiple: pâturage; pendant l'hiver et le printemps, le bétail parcourt toute la pinède en rotation (*Photo Mercurio*)



Photo 21 - Portugal - Incisions faites à la rainette (*photo Mercurio*)

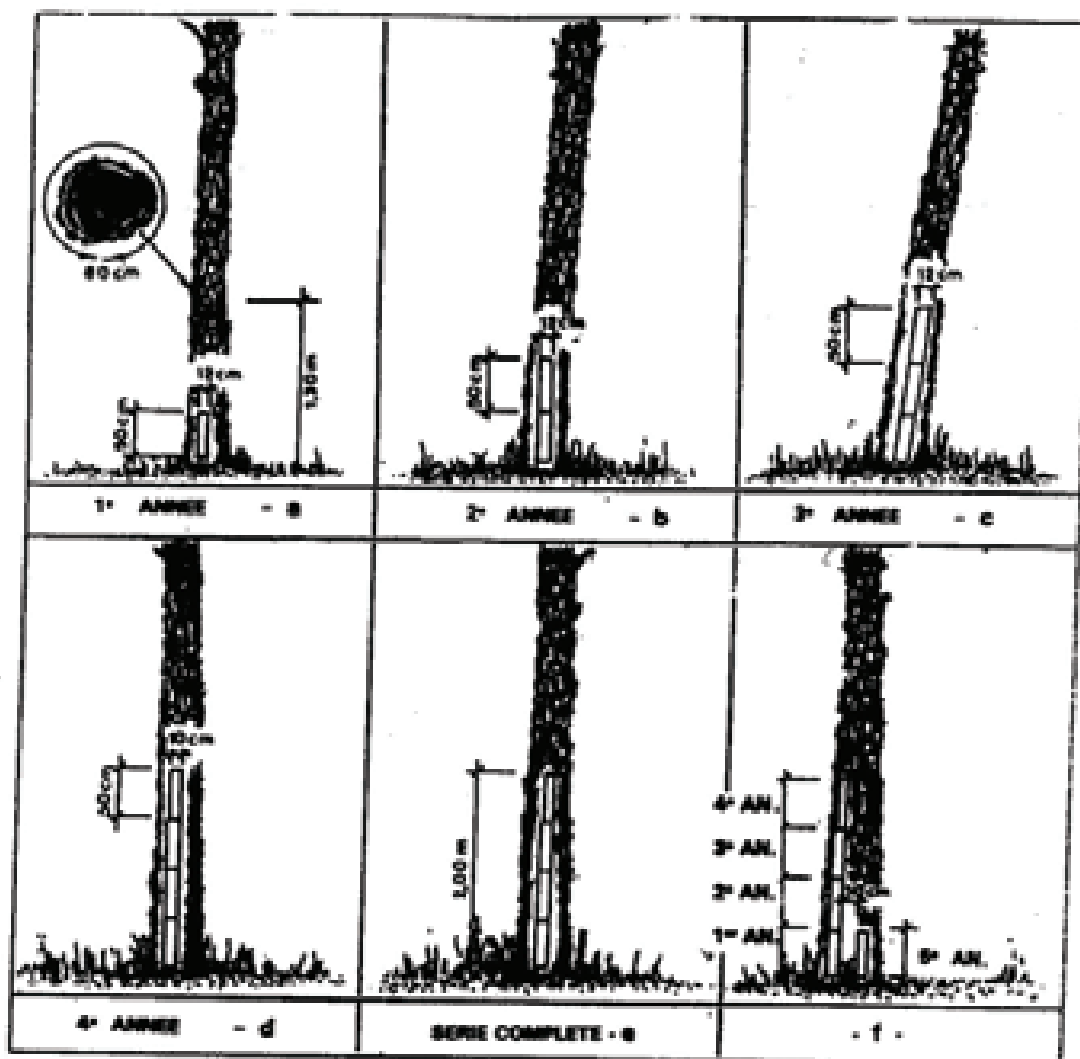


Figure 4 - Gemmage pratique a l'aide de la hachette pendant quatre années successives (a-d); entre deux séries, il faut laisser 10 cm d'écorce intacte (cadre f) - Direcção-Geral das Florestas, Portugal, 1988.

14. LA RESINE ET AUTRES PRODUITS.

En plus de la pigne et du bois, le Pin pignon peut fournir de la résine, du tannin (à partir de son écorce) et une huile essentielle extraite des pignes.

En Italie, l'intérêt pour la résine a beaucoup décliné; en revanche, dans les pinèdes du domaine public à vocation de production mixte bois-pigne, la production de truffes a pris un essor considérable (FENAROLI et GAMBI, 1976; MERCURIO, 1989; GRANETTI, 1990; BENCIVENGA, CALANDRA et GRANETTI, 1990; ZAMBONELLI et BRANZANTI, 1990; VACAS DE CARVALHO et PINTOBERKEMEIER, 1991).

Au Portugal, par contre, la production de résine revêt maintenant une importance remarquable: 2,5 kg/incision par an. Le nombre et les dimensions des incisions, pratiquées au bridon,

sont réglementés par la Direcção Geral das Florestas.

Le pâturage représente une autre source de revenus, lorsque le peuplement n'est pas très serré (Photo 20).

14.1. Modalités de gemmage et productions.

Le gemmage, à vie ou à mort, peut être effectué de façon différente selon l'outil employé (un hapchot, une rainette ou un petit rabot) (Photo 21). Dans la figure 4 sont illustrées les modalités prévues par la Direction Générale des Forêts du Portugal pour exécuter le gemmage au hapchot, sur des arbres qui ont au moins une circonférence de 80 cm à 1,30 m.

La sécrétion de résine peut être stimulée à l'aide de substances chimiques (en solution ou en pâte) à base d'acide sulfurique (40% à 60%), ou acide chlorhydrique et aussi par l'emploi de bactéries. L'emploi de substances chimiques pourrait augmenter la production de 12% environ (SOLISSANCHEZ et ZAMORANO ATIENZA, 1979; SANCHEZ in GIORDANO, 1986).

On ne dispose pas d'éléments d'appréciation pour déterminer quel est le meilleur outil de gemmage; les données de production affichées dans le tableau F en sont la preuve (GIORDANO, 1986). D'après SOLIS SANCHEZ, (1969), toutefois, l'emploi du hapchot semble plus facile d'un point de vue pratique.

Tableau F - Production moyenne de résine du Pin pignon, par an et par arbre (en kg), selon la méthode de gemmage (GIORDANO, 1986)

| Gemmage à la rainette | | |
|---------------------------|-------------|-------------|
| | à vie | à mort |
| Arbres adultes (Italie) | 1,44 - 2,44 | 2,54 - 4,07 |
| Arbres jeunes (Italie) | 0,550 | 1,31 |
| Arbres jeunes (Espagne) | 0,770 - | - |

| Gemmage au hapchot | | |
|---------------------------|-------------|-------------|
| Arbres adultes (Italie) | 1,14 - 1,85 | 2,47 6 4,03 |
| Arbres jeunes (Italie) | 0,88 - 2,16 | 3,44 |
| Arbres jeunes (Espagne) | 0,998 | |

14.2. Caractéristiques des oléorésines.

Les éléments caractéristiques de l'essence de térébenthine, produite à partir de la résine, sont donnés dans le tableau G ci-dessous pour des récoltes de Toscane (MALQUORI) et par SANCHEZ pour l'Espagne (in GIORDANO, 1986):

Selon MALQUORI, seul le 1-limonène est présent dans la provenance italienne, tandis que dans la provenance espagnole, aux 93,26% de limonène s'ajoutent 4,37% d'alpha-pinène et 2,38% de β -pinène (GIORDANO, 1986).

Tableau G Comparaison des éléments caractéristiques d'essences de térébenthine de Toscane et d'Espagne.

| Pin pignon | | |
|----------------------------------|------------------|-----------------|
| Propriétés | Origine Italie | Origine Espagne |
| Densité apparente d_{15-c} | 0,848 - 0,849 | 0,8458 |
| Indice de réfraction n_{D20-c} | 1,473 - 1,474 | 1,4748 |
| Pouvoir rotatoire | de - 95° à - 98° | - 89° |

14.3. Effets technologiques du gemmage.

MESSERI (1959) a établi que les blessures dues au gemmage provoquent des altérations anatomiques qui donnent lieu à des canaux résinifères traumatiques au niveau des incisions et, pendant la période de la différenciation naturelle, à des canaux résinifères normaux.

Les recherches réalisées par GIORDANO (1986) sur des éprouvettes selon les normes UNI²², ont abouti aux conclusions suivantes:

- a) le gemmage ne provoque pas une augmentation substantielle du poids volumétrique du bois, sauf dans les zones concernées par les blessures, où le poids volumétrique est plus élevé;
- b) par rapport aux arbres non gemmés, le bois des arbres gemmés présente, quelquefois, une légère diminution de la résistance à la compression et à la flexion; cette diminution n'est pas toujours appréciable, voire statistiquement significative;
- c) en ce qui concerne la résistance au choc et la flèche en flexion statique, il n'est pas possible de donner d'indication de tendance, car dans certains cas on a enregistré une augmentation et, dans d'autres, une diminution;

²² Ces recherches ont concerné un certain nombre d'espèces de pins en plus de *P. pinea* L..

d) pour ce qui est de la résistance aux attaques de champignons et d'insectes, on observe, dans le bois des arbres gemmés, une tendance à la diminution plutôt qu'à l'augmentation: le Capricorne des maisons, qui parasite souvent les bois de pin, semble favorisé dans son développement par la présence de l'alpha-pinène et du β -pinène dans les oléorésines naturelles.

14.4. Les effets biologiques du gemmage.

DE PHILIPPIS *et al.* (1966) ont étudié les effets du gemmage sur certains pins, parmi lesquels *P. pinea*.

Les observations ont montré que, d'une manière générale, les réactions au gemmage des arbres jeunes sont toutes choses égales par ailleurs, moins marquées que celles des arbres âgés. Cela est sans doute dû au fait les jeunes arbres sont généralement "gemmés à vie".

Les principaux résultats de cette étude sont consignés ci-après.

14.4.1. Influence du gemmage sur la quantité et la qualité des graines.

14.4.1.1. Influence du gemmage sur la quantité de graines

Les observations confirment une forte variabilité individuelle dans la production de cônes et de graines. Toutefois, l'analyse statistique a révélé que:

- 1) le gemmage augmente rapidement la production de cônes;
- 2) cet effet s'estompe après quelques années;
- 3) lorsque le gemmage est arrêté, les arbres-témoins²³ produisent plus que ceux qui ont été gemmés;
- 4) quelques années après la fin du gemmage l'équilibre entre les arbres-témoins et les arbres préalablement gemmés se rétablit.

La période pendant laquelle on pratique le gemmage (d'avril-mai à septembre-octobre) revêt une importance particulière. Il est probable, en effet, que cette opération apporte, pendant quelques années, une amélioration du métabolisme des cônes, dont la probabilité de parvenir à maturation augmente grâce aux incisions qui font obstacle à la descente de la sève élaborée. Toutefois, cet effet du gemmage devient négatif par la suite.

14.4.1.2. Influence du gemmage sur la production de pignes.

Les effets du gemmage se ressentent sur le nombre, sur le poids des cônes, ainsi que sur la production moyenne de pignes par arbre.

Le rendement des cônes en pignes n'est pas sensiblement influencé par le gemmage: il oscille entre 20% et 21%.

La production de pignes par arbre est augmentée par le gemmage pendant les premières

²³ Les arbres-témoins de ces observations sont les arbres qui n'ont jamais été gemmés.

années; cette augmentation a parfois dépassé 60%. Ensuite, que le gemmage cesse ou qu'il se poursuive, la production des arbres qui ont été gemmés est généralement inférieure à celle des arbres-témoins, la différence pouvant dépasser 50%, en cas de gemmage à mort. S'il ne s'agit pas de gemmage à mort, cette diminution de la production de pignes semble disparaître en quelques années si les incisions cessent.

Le gemmage n'a pas d'influence significative sur le poids unitaire de la graine, et il n'augmente pas le nombre de graines vaines, même s'il est pratiqué depuis plusieurs années.

14.4.2. Influence du gemmage sur la germination, la survie et la croissance des semis.

Le gemmage a un effet dépressif sur le pouvoir germinatif; cet effet est toutefois limité et disparaît, de toutes façons, lorsque cessent les incisions.

La hauteur des semis de un ou de deux ans et le poids de leur partie épigée ne sont pas influencés de façon significative par le gemmage des porte-graines.

MAGINI (DE PHILIPPIS *et al.* 1966) souligne que la variation individuelle en matière de qualité des graines et des semis n'est pas seulement de nature héréditaire; de nombreux essais confirment, en effet, l'influence sur leurs caractéristiques des conditions, variables d'une année à l'autre, dans lesquelles les graines se sont formées: il en est de même pour le développement des semis.

14.4.3. Influence du gemmage sur la croissance.

Le gemmage réduit les accroissements en diamètre et en hauteur.

La diminution de l'accroissement du diamètre est d'autant plus grande que le gemmage a été plus prolongé et intense. La réduction de l'épaisseur des cernes annuels est d'environ 4% pour les arbres gemmés à vie et de 6% pour ceux gemmés à mort pendant quatre ans. Ces résultats, toutefois, n'ont qu'une valeur indicative du fait que le nombre d'arbres observés est relativement faible.

L'accroissement en hauteur est réduit de 5 à 12% à la suite de 3 à 4 années de gemmage à vie, et de 17% à la suite de 4 années de gemmage à mort. L'allongement des branches subit une réduction du même ordre.

De ce qui précède, on peut tirer les conclusions suivantes:

- 1) - Le gemmage, effectué à vie ou à mort, pendant 7 à 8 ans au maximum, peut influencer sensiblement, d'abord dans un sens positif, ensuite dans un sens négatif, la quantité de graines produite; il n'a pas d'influence importante sur la qualité de ces graines et sur les caractéristiques des plants qu'elles peuvent produire. De ce point de vue, l'action biologique du gemmage semble pratiquement négligeable. Cette conclusion est particulièrement importante dans le cas du Pin pignon, pour lequel on pourrait craindre, sur la base d'anciennes recherches, que le gemmage diminue sensiblement et durablement la production de pignes. Les résultats des recherches de DE PHILIPPIS *et al.* (1966) concordent parfaitement avec ceux d'autres expériences conduites sur différentes espèces de pins.
- 2) - Le gemmage a un effet dépressif sur la croissance des arbres. Les incisions, en provoquant des blessures plus ou moins profondes et des cicatrices importantes, donnent toujours lieu à la perte, plus ou moins sensible, de matériel ligneux dans la partie gemmée de la tige. Toutefois, il est rare que cette partie soit complètement inutilisable.

15. L'AMELIORATION GENETIQUE DE *P. PINEA*.

Les programmes d'amélioration génétique se proposent surtout d'obtenir des clones ou des variétés génétiquement supérieures pour la production de semences sélectionnées dans des vergers greffés (ABELLANAS *et al.* 1989; GIL et ABELLANAS, 1989).

15.1. Critères de choix des phénotypes pour la sélection.

CAPPELLI (1958) propose de baser la sélection des arbre *plus* pour la production de cônes sur une étude biométrique prenant en compte les caractères individuels suivants: diamètre du fût à hauteur d'homme, hauteur totale, diamètre et densité du houppier, inclinaison et dimensions des branches, position dans le peuplement, surface terrière et superficie du couvert vertical au sol.

Les phases préliminaires aux essais comparatifs et aux tests de descendance après pollinisation contrôlée, afin d'obtenir du matériel offrant de bonnes caractéristiques, comprennent:

- a) l'exclusion des observations des arbres des niveaux moyen ou dominé, des arbres défectueux ou malades, des arbres de bordure ou de clairière et de ceux ayant un diamètre à hauteur d'homme (1,30 m) inférieur ou égal au diamètre moyen du peuplement²⁴ ; les arbres à observer représenteraient ainsi environ 40% du peuplement;
- b) après avoir relevé les données de production pendant au moins quatre ans, on peut exclure tous les arbres dont la production se trouve au dessous ou coïncident avec la droite de régression de la relation production - diamètre à hauteur d'homme (1,30 m);;
- c) une fois mesuré le diamètre des houppiers des arbres conservés jusqu'à ce stade, on peut réduire encore l'échantillon en le limitant aux seuls arbres qui, non seulement ont la production absolue la plus élevée et le rapport P/Sc (production pendant 4 années/superficie de couvert vertical au sol) le plus élevé (les valeurs moyennes obtenues sont comprises entre 0,206 et 1,550 Kg/m²); au total cet échantillon ne devrait pas représenter plus de 2 à 3% du nombre total d'arbres du peuplement.

Cette phase préliminaire a permis de faire les observations suivantes:

- les arbres les plus productifs ont un houppier peu serré, des branches fines presque horizontales;
- la production varie beaucoup selon l'étage du peuplement où se trouve l'arbre;
- il existe une corrélation positive entre la production de cônes et le diamètre à hauteur d'homme, et entre la production de cônes et le diamètre du houppier. Une remarquable corrélation existe également entre le diamètre du fût et celui du houppier²⁵;

D'autres critères de sélection des sujets les plus productifs peuvent également être utilisés, tels que l'âge des arbres, la compétition intraspécifique, les conditions de milieu, la valeur de la floraison (c'est-à-dire le nombre de cônes qui parviennent à maturation rapporté au nombre de fleurs femelles

²⁴ Il y a une relation stricte, dans une certaine mesure, entre la production de cônes et le diamètre de l'arbre.

²⁵ Cette observation met en évidence la valeur culturale des éclaircies et des élagages.

produites), le rendement des cônes en pignes, la nature de la coque de la graine (normale ou fragile) (GIL et ABELLANAS, 1989).

15.2. Sélection des provenances.

En Espagne sept provenances peuvent être distinguées en se basant sur des critères climatique, phénotypique et pédologique; ces provenances sont localisées dans des régions où le Pin pignon est présent d'une façon plus ou moins continue (CATALAN BACHILLER, 1989):

- Andalousie occidentale (Huelva, Séville et Cadix);
- Meseta Castellane (Valladolid, Zamora, Avila et Ségovie);
- Cordillera centrale (Madrid, Avila et Tolède);
- Catalogne (Gérone, Barcelone et Tarragone);
- La Manche (Cuenca et Albacete);
- Sierra Morena (Cordoue, Jaén et Ciudad Real);
- Estrémadure-Centrale (Badajoz, Caceres et Ciudad Real).

Ces trois dernières régions doivent être considérées avec circonspection parce que les surfaces occupées par les peuplements d'origine, très réduits aujourd'hui, ont été reboisées avec, essentiellement, des provenances de la Meseta Castellane et de l'Andalousie (CATALAN BACHILLER, 1989).

En Turquie six provenances de *P. pinea* L. ont été sélectionnées (IKTÜEREN, 1984). Pour chacune, on a choisi 15 arbres dont on a récolté les cônes. L'étude a porté sur la morphologie des cônes et des graines, la physiologie de la germination et la période de maturation des graines.

Les principaux résultats obtenus sont les suivants:

- les cônes sont généralement d'un brun rougeâtre, avec des variations liées aux provenances;
- la longueur des cônes varie de 4,2 cm à 9,7 cm; leur diamètre, de 3,6 cm à 9,7 cm;
- chez certaines provenances, le profil du cône, habituellement ovoïdal, se rapproche d'une sphère;
- un cône donne 15 à 94 graines, 50 en moyenne;
- le poids d'un cône est compris entre 75 et 450 grammes selon la provenance;
- les dimensions des graines sont environ 18 mm de longueur et 9 mm de diamètre. L'épaisseur de la coque montre des différences sensibles selon les provenances;
- pendant les 4 années d'observations on n'a pas enregistré de variation de production au niveau d'une provenance, mais les différences entre provenances sont significatives;
- d'année à année, les variations intraprovenances les plus élevées ont concerné le poids de 1000 graines. En moyenne, il se situe autour de 700 grammes, mais, certaines années pluvieuses, il

peut atteindre 800 grammes;

- les graines achèvent leur maturation au mois de décembre;
- les tests de germination ont donné au moins 50%, quelle que soit la provenance; beaucoup de coques sont vides (presque 25%);
- les essais de germination, le poids de 1000 graines et la fin du stade laiteux des graines ont montré que la période favorable pour la cueillette des cônes va de janvier à février; la saveur des pignes se conserve bien, mais elle varie selon la provenance; les meilleures pignes proviennent de Naras çayı et de Kozakçayı.

15.3. Peuplements producteurs de graines.

Des peuplements producteurs de graines ont été sélectionnés en Italie, en Espagne et en Turquie. Les tableaux 1, 2, 3 et 4 présentés en annexe précisent la localisation ainsi que les données relatives au climat, au substrat géopédologique, et les caractéristiques de chaque provenance (MORANDINI, 1970; 1973).

15.4. Production de cônes et de graines d'un verger greffé.

Des observations sur la production de cônes et de graines d'un verger greffé ont été conduites par MAGINI et GIANNINI (1971) dans la pinède domaniale de Cecina, où des greffons femelles ont été greffés sur des plants de 16 mois. Les greffons provenaient d'arbres *plus* sélectionnés pour la production de cônes, après au moins quatre ans d'observation.

Les conclusions ont fait apparaître que:

- a) à la première production de cônes correspond une production de pollen encore très faible;
- b) les ramets produisent des graines précocement (5ans environ après la plantation définitive des arbres greffés) et en quantité abondante par rapport aux ortets²⁶;
- c) les arbres forment des cônes même sur les branches les plus basses;
- d) les cônes ont des graines de dimensions plus grandes que la normale;
- e) la qualité des graines est satisfaisante.

15.5. Essais pour le contrôle précoce de la valeur génétique.

L'estimation du caractère héréditaire de la hauteur des jeunes plants de Pin pignon a été effectuée dans le cadre d'un programme d'amélioration génétique sur *Pinus pinea L.* pour la résistance à la rouille vésiculeuse *Cronartium flaccidum* (Alb. et Schw.) Wint. Des graines obtenues par libre pollinisation ont été récoltées sur 40 arbres de peuplements fortement attaqués choisis dans différentes régions d'Italie centrale. Calculées au sens strict et sur des bases individuelles, les valeurs d'hérédité obtenues ont été basses, (0,27 et 0,07), avec une erreur standard également très faible. Le coefficient de corrélation entre le poids de la graine et la hauteur des semis est significatif et indique une corrélation directe entre ces deux caractères. Les coefficients de corrélation entre le poids de la graine et la croissance en hauteur pour les deux premières années indiquent que les valeurs d'hérédité peuvent

²⁶ Un ortet est l'individu dont proviennent tous les ramets d'un clone.

être surestimées par la présence d'effets maternels (GIANNINI *et al.* 1976).

15.6. Variations des caractères héréditaires.

L'étude des variations des caractères héréditaires des espèces forestières ayant une vaste zone de dissémination est faite normalement en utilisant des graines de même âge pour tous les lots; dans la négative, il faudra négliger l'effet dû à l'année de maturation.

La comparaison des graines récoltées en 1977 et 1978 n'a pas révélé de différences significatives entre les années de maturation pour les caractères suivants: poids de la graine, largeur, longueur, nombre de cotylédons sur les semis pendant la levée, hauteurs à 90 et 190 jours; par contre, dans tous les cas, l'interaction années-familles a été statistiquement significative (GIANNINI *et al.* 1983; GIANNINI et SCARASCIA MUGNOZZA, 1981).

15.7. Marcottage.

Quelques expériences de marcottage ont été réalisées dans la pinède de Cecina. Les résultats n'ont pas été encourageants: 16% seulement des marcottes ont pris racine. L'expérience a montré qu'il n'est pas possible d'obtenir des marcottes à partir des rameaux secondaires qu'il s'agisse d'arbres jeunes ou adultes (CAPPELLI, 1963).

15.8. Effets de l'auto-fécondation.

A part les effets bien connus (réduction de la vigueur végétative, pourcentage élevé de graines vides, faible pouvoir germinatif), l'auto-fécondation chez les conifères entraîne une certaine réduction de la croissance en hauteur. *P. pinea* L. semble échapper à cette règle; de plus, les effets dépressifs dus à la consanguinité s'estompent dès la deuxième génération obtenue par auto-fécondation. On peut supposer que cette dépression est proportionnelle à la réduction du nombre d'hétérozygotes observée à chacune de ces générations (AMMANNATI, 1988).

On a tenté d'évaluer le niveau de l'auto-fécondation naturelle par la fréquence des individus homozygotes récessifs (*aa*) qui produisent exclusivement des pignes à coque fragile, et qui sont présents dans les descendances obtenues par pollinisation libre de deux pins pignon suffisamment distants l'un de l'autre. Les chiffres obtenus sont très voisins; cela conduit à évaluer à environ 18% le degré moyen d'auto-fécondation pour des peuplements équiennes en pleine fructification (MAGINI et AMMANNATI, 1989).

16. LES AGENTS PATHOGENES.

De nombreux organismes animaux et végétaux vivent dans les pinèdes et certains d'entre eux peuvent provoquer des dommages aux pins pignon s'ils prolifèrent.

Cette prolifération est subordonnée à l'existence de conditions climatiques favorables au parasite et parfois à la présence d'hôtes intermédiaires dans son cycle.

La pullulation de certains insectes ou champignons qui existent à l'état latent dans le biotope peut aussi être liée à des facteurs propres au peuplement, tels que son âge, son inadaptation relative au milieu (les peuplements établis dans des milieux à la limite de leurs exigences écologiques sont fragiles), son caractère équienne (cas des peuplements créés par plantation) et, surtout, l'inexécution des interventions culturales prescrites.

TRIGGIANI et SANTINI 1987, LONGO *et al.* 1976, CAPRETTI 1986, MORIONDO 1989,

ont rapporté que la présence d'arbres dépérissants très âgés, en densité excessive, endommagés par la rupture des branches sous le poids de la neige constitue une véritable porte d'entrée pour les infestations. Il en est de même pour les arbres brisées, les rémanents des éclaircies ou des incendies laissés sur place.

Un certain nombre d'espèces susceptibles de provoquer des dégâts aux pinèdes et aux boisements de Pin pignon en particulier sont présentées dans les lignes qui suivent.

16.1. Les Insectes.

16.1.1. *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (Lépidoptère *Notodontidae*)

La chenille processionnaire est répandue dans le pourtour méditerranéen. Les dégâts, même s'ils sont graves, ne causent pas la mort de l'arbre. La présence du parasite se manifeste par la couleur jaune rougeâtre des aiguilles attaquées par les larves au début de l'automne. Les oeufs sont, en général, peu visibles. Au fur et à mesure que la saison avance, les nids estivaux apparaissent à l'apex des rameaux.

On constate parfois des attaques dans de jeunes peuplements qui se trouvent dans des conditions écologiques difficiles.

On peut lutter mécaniquement, de novembre à février, en détruisant les nids déjà formés; entre fin-juillet et début- août, sur les arbres plus petits, on peut ramasser les oeufs.

La lutte au moyen de produits chimiques peut être menée en employant, contre les larves de 1^{er} et de 2^{ème} âge, le difluobenzuron, produit sélectif, peu toxique pour les autres insectes mais efficace contre la chenille processionnaire.

Sans doute doit-on déconseiller l'emploi d'insecticides à base d'esters phosphoriques, ou de carbamates, à ample spectre d'action, bien qu'ils soient moins coûteux et immédiatement efficaces (DE BELLIS et CAVALCASELLE, 1967; NICCOLI et TIBERI, 1985; BARONIO *et al.* 1986.

La lutte biologique peut être imaginée en favorisant des organismes nuisant à *T. pityocampa* (insectes prédateurs, parasites, oiseaux). Toutefois, jusqu'à présent, aucune méthode ne s'est révélée efficace.

De bons résultats ont été obtenus par des traitements à base de *Bacillus thuringiensis* Berliner. Le produit est caractérisé par une bonne sélectivité, sauf envers les autres lépidoptères. La bactérie n'est absolument pas toxique pour tout l'ensemble des ennemis naturels de la chenille, à peu près une trentaine de parasites et prédateurs, et elle n'est pas toxique pour l'homme.

16.1.2. *Thaumetopoea wilkinsoni* Tams (Lépidoptère *Notodontidae*)

Cette chenille s'apparente de très près à celle de *T. pityocampa* Schiff. En Israël, on peut observer les dégâts qu'elle provoque surtout dans les jeunes plantations. Dans les plantations adultes, l'insecte est très bien contrôlé d'une façon naturelle par la présence dans le sol de champignons entomophages (*Metarrhizium anisopliae* Sor. et *Beauveria bassiana* Vuil.) qui tuent les larves et les chrysalides dans le sol (HALPERIN, 1985).

Dans les aires urbaines, on pratique des injections d'insecticides systémiques (diméthoate ou monochromophosphate) dans les fûts des arbres. On fait aussi des pulvérisations sur les houppiers avec des formulations à base d'endosulfan, de diflubenzuron et de *Bacillus thuringiensis* (MENDEL, 1989).



Photo 22 - Albarèse (GR) - Italie - Lutte biologique contre les ravageurs du Pin pignon (*Photo Mercurio*)

16.1.3. *Tomicus (Blastophagus) destruens* Woll. (Coléoptère Scolytidae)

Ce scolyte, ravageur sous-corticole, est répandu dans le sud de la France, au Portugal, en Israël et en Italie. Toutes les parties de l'arbre sont concernées par les dégâts causés pendant les différentes phases du cycle de ce nuisible (SERVADEI *et al.* 1972).

Les pinèdes italiennes des côtes de l'Adriatique Nord sont l'objet d'une attaque sévère de la part de cet insecte depuis quelques années. Ce phénomène est apparu après les hivers particulièrement froids (1962-63 et 1963-64), à la suite desquels de nombreux arbres de *P. pinea* ont montré des symptômes évidents de dépérissement.

Dans les régions en question, ces conifères sont à la limite, sinon au-delà, de leur capacité d'adaptation. La mesure du phénomène semble être donnée par la facilité avec laquelle le Pin pignon est attaqué par des insectes "secondaires", tels qu'*Aradus cinnamomeus* Panz. et *Dioryctria sylvestrella* Ratz. et par le vieillissement des individus attaqués.

Depuis une dizaine d'années, des proliférations importantes de *T. (Blastophagus) destruens* Woll. intéressent les pinèdes littorales de la Toscane et du Latium: de Viareggio (LU) à Lido dei Tarquini (VT) (PAPARATTI et PRESTININZI, 1988; SANTINI et PRESTININZI, 1991).

En Israël, les proliférations de *T. (Blastophagus) destruens* Woll. et de *Orthotomicus erosus* Woll. ont augmenté pendant les vingt dernières années, en relation avec l'augmentation de l'âge des

populations d'hôtes potentiels. La présence d'hyménoptères parasites et du pic de Syrie (*Picoides syriacus*) joue un rôle important dans la dynamique des populations de ces scolytes (MENDEL, 1985; 1989).

Enlever le matériel ligneux après l'éclaircie et les arbres brisés ou brûlés par l'incendie constitue le moyen de prévention habituel. L'emploi de rondins pièges, disposés, avant la fin de l'hiver, dans les peuplements attaqués, dans le but d'attirer les adultes qui recherchent des sites pour se reproduire, est subordonné à la destruction de ces rondins avant que les nouveaux adultes n'apparaissent (PAPARATTI et PRESTININZI, 1988) (Photo 22).

16.1.4. *Orthotomicus erosus* Woll. (Coléoptère *Scolytidae*)

Cet insecte est signalé en Israël et au Portugal. Un bon traitement préventif consiste en l'abattage systématique des arbres dépérissants.

16.1.5. *Ips sexdentatus* Boerner (Coléoptère *Scolytidae*)

Signalé en France et en Italie, ses larves creusent des galeries en forme d'étoile dans le phloème et provoquent la mort de l'arbre en l'espace de quelques mois, quand le climat est chaud et sec. Leur présence est signalée par le jaunissement typique, suivi par le brunissement des aiguilles, qui débute par la cime, tandis que la partie inférieure de l'arbre reste temporairement verte.

La qualité du bois est considérablement dépréciée. Les moyens de limitation de ce déprédateur sont liés à la mise en pratique des mesures d'hygiène forestière. Si le matériel abattu et empilé n'est pas rapidement débardé, il faut l'arroser avec des insecticides de contact. L'emploi de rondins comme appât s'est révélé très efficace, à condition que cette méthode soit appliquée correctement (SERVADEI *et al.* 1972; BARONIO *et al.* 1989).

16.1.6. *Pissodes validirostris* Gyll. (Coléoptère *Curculionidae*)

En Italie et en Espagne, ce coléoptère provoque la destruction des cônes. Il a été signalé dans la région d'Hyères, le long du littoral français (LOISEL, 1976). *Pissodes validirostris* parasite les cônes femelles en les rendant stériles.

16.1.7. *Pissodes notatus* Fab. (Coléoptère *Curculionidae*)

Cet insecte affectionne les jeunes plantations et les arbres dépérissants. Les adultes se nourrissent de jeunes rejets. Les larves grandissent dans l'écorce ou dans le canal médullaire des rameaux. La présence de l'insecte est dénoncée par des symptômes non spécifiques: le jaunissement suivi par le soudain brunissement des aiguilles, le manque d'émission des pousses de mai, la fente de l'écorce avec écoulement de résine. Les infestations à l'état initial peuvent être combattues en utilisant des rondins ou des arbres comme appât, en éliminant les arbres attaqués et en arrosant les rémanents avec des insecticides de contact (BARONIO et BUTTURINI, 1988).

16.1.8. *Marchalina ellenica* Genn. (Cochenille *Margarodidae*)

Cette cochenille est signalée sur le Pin pignon en Turquie; elle parasite les branches et le fût, avec, pour conséquence, une réduction de la croissance (GOIDANICH, 1975; DOGAN, 1991).

16.1.9. *Rhyacionia buoliana thurificana* Led. (Lépidoptère *Tortricidae*)

Ce lépidoptère, sous-espèce de *Rhyacionia buoliana* Schiff, vit aux dépens des bourgeons apicaux, des pousses et des aiguilles. En Israël, on le trouve dans de vieux peuplements, d'où il se propage dans les jeunes plantations (MENDEL, 1989). Les insecticides communément adoptés contre les larves de *R. buoliana*, avant leur entrée dans le bourgeon, sont à base de trichlorfon, de diméthoate et de carbaryl (BARONIO *et al.* 1986).

16.1.10. *Dioryctria ssp.* (Lépidoptère Phycitide)

Dioryctria sylvestrella Ratz (*splendidella* H.S.) est signalée en France (LABADIE, 1983). Sa présence est dénoncée par les exsudations de résine et les excréments qui s'écoulent le long de l'écorce. Cet insecte parasite les arbres affaiblis mais aussi des arbres en bonnes conditions végétatives. Les cimes ou les branches latérales attaquées peuvent être facilement brisées par le vent. Les blessures de différentes origines (effectuées pendant les élagages, par exemple) exposent l'arbre à l'attaque de ce lépidoptère. Les arbres affaiblis deviennent facilement la proie des scolytes (BARONIO et BUTTURINI, 1988).

En Turquie et en Italie, *Dioryctria pineae* Stgr., parasite les cônes, qu'on doit rapidement brûler. BALDASSERONI (1957) conseille d'entasser les cônes, dont on extrait les graines, sur des planchers durs pour empêcher que les larves ne puissent former leur chrysalide dans le sol.

Dioryctria mendacella Schiff. est signalée en Espagne et parasite les bourgeons.

16.1.11. *Leucaspis ssp.* (Diaspines ou Cochenilles du pin)

L. loewi Colv. est le plus commun parmi les Diaspines des Conifères. En cas de fortes infestations, il provoque la mort des aiguilles et des jeunes pousses. Les plus fortes attaques et les plus grands dégâts se produisent dans les pinèdes hors de l'aire de dissémination normale du Pin pignon.

L. pusilla Low., originaire du pourtour méditerranéen, peut parfois parasiter *P. pinea*. A la différence de *L. loewi*, la présence de ce Diaspine est révélée par des amas blanchâtres à l'intérieur et dans la partie basale du brachyblaste, et par le jaunissement des aiguilles (BARONIO, BUTTURINI et FACCIOLI, 1988).

A cause de leur follicule peu perméable, la lutte chimique contre ces Cochenilles du Pin est difficile. On peut intervenir avec des huiles minérales au moment du maximum de prolifération des néanides (BARONIO *et al.* 1988).

16.2. Les champignons.

16.2.1. *Melampsora pinitorqua* Rostr.

En Italie, la rouille tordeuse des pousses a été signalée, pour la première fois, sur de jeunes semis de *P. pinea* dans la zone des reboisements de la Dune Feniglia (Grosseto), pendant le printemps et l'été 1950 (MORIONDO, 1951).

L'infection s'est manifestée par le dessèchement rapide des jeunes pousses, puis par la mort des semis. Chez les semis les plus développés, au contraire, les pousses tombaient ou étaient déformées.

Au mois de juillet, le pourcentage de semis perdus était à peu près de 40 à 50%, et la mortalité des plants était particulièrement élevée aux alentours d'une peupleraie voisine. L'attaque se ralentit au cours de l'été, et reprit après les premières pluies automnales.

La source primaire de l'infection était effectivement à rechercher dans la peupleraie, car une phase du cycle de cette rouille se déroule sur les feuilles de *Populus alba*, *P. tremula*, *P. canescens*; sur *P. canadensis* elle produit les formes de propagation urédo- et téléuto-conidiques.

On a observé, à Feniglia, que la diffusion de *Melampsora* sur le Pin pignon est conditionnée de façon presque exclusive par l'humidité excessive. La température n'a pas d'influence notable sur la maladie (MORIONDO, 1951; 1989).

La rouille tordeuse a aussi été signalée en France. La lutte consiste en s'éloignant des peupliers, par l'enfouissement de leurs feuilles mortes et par la pulvérisation de fongicides du groupe des carbamates dès les premiers symptômes (BOISSEAU, com. pers.).

16.2.2. *Cronartium flaccidum* (Alb. et Schw.) Wint.

Cronartium flaccidum (Alb. et Schw.) Wint. syn. *C. asclepiadeum* (Willd.) Fries., ou rouille vésiculeuse de l'écorce des pins, apparaît sur les rameaux et sur les fûts avec des vésicules jaunâtres qui représentent les fructifications écidiques, au début de la reprise de la végétation.

L'espèce, hétéroïque, déroule son cycle dans la forme pycno- écidique sur les pins à 2 à 3 aiguilles du sous-genre *Pinus* de DEBAZAC, et dans les formes urédo- et téléuto-spores sur des plantes herbacées cultivées ou spontanées des genres *Grammatocarpus*, *Impatiens*, *Loasa*, *Nemesia*, *Paeonia*, *Pedicularis*, *Schizanthus*, *Tropaeolum*, *Verbena*, *Vincetoxicum*. Les espèces les plus attaquées appartiennent au genre *Vincetoxicum*, et le *V. officinale* Moench. est considéré comme l'hôte principal.

La susceptibilité de *P. pinea* à ce parasite dans les zones littorales de la Toscane est très élevée. Le Pin pignon est également attaqué dans les pinèdes du littoral de Ravenne (S. Vitale) et de la province de Ferrare (Bosco della Mesola): ici, la possibilité d'introduction de *Pinus pinea* doit être considérée comme définitivement compromise à cause des attaques répétées et intenses de la rouille. Il n'existe pas d'indications d'attaques de rouille vésiculeuse sur *P. pinea* en dehors de l'Italie (MORIONDO, 1975).

La diffusion de cette rouille peut être mise en relation avec l'extension des reboisements en pins dans le centre de l'Italie, dans des zones où *Vincetoxicum* sp. est répandu, et où, probablement, le Pin n'a jamais existé.

Le long du littoral tyrrhénien, la rouille infecte le Pin généralement pendant une période qui va de juin à octobre, lorsque les téléutospores du champignon sont présentes. Les manifestations épidémiques correspondent à des saisons très humides.

16.2.3. *Heterobasidion annosum* (Fries) Bref.

C'est la maladie du "rond" des pins, agent de la pourriture du coeur.

H. annosum cause des dégâts très importants en Italie sur les littoraux tyrrhénien et adriatique dans les pinèdes établies sur sols pour la plupart sableux, avec des valeurs de pH de 6 à 8. Dans ces pinèdes, les arbres meurent les uns après les autres, qu'ils soient jeunes ou âgés, mais surtout à partir de 20 à 30 ans. Ce phénomène concerne presque exclusivement les plantations établies sur des sols précédemment cultivés ou affectés au pâturage (CAPRETTI et MORIONDO, 1983; MORIONDO, 1989).

Les premiers symptômes de la maladie consistent dans la perte progressive des aiguilles de la partie intérieure du houppier. Ce phénomène dure deux ou trois années. Ces dessèchements, dûs à la colonisation de l'appareil racinaire se remarquent surtout au printemps. Les arbres présentent alors un rougissement des aiguilles de l'entre-noeud de deux ans, et le développement des nouvelles pousses est très réduit. Tandis que la saison avance, les arbres sèchent rapidement.

De gros nodules, dûs à d'abondants écoulements de résine se mêlant au sable, se forment sur les racines. Les tissus ligneux et corticaux des racines sont très résineux et exhalent une forte odeur caractéristique.

En plusieurs points, les racines sont attaquées par une pourriture blanche. Ces altérations commencent aux points de contact avec des souches d'arbres abattus lors des éclaircies²⁷.

On peut prévenir les contaminations en traitant les souches, après la coupe, avec une solution d'urée à 20% dans de l'eau, ou avec des suspensions de spores de champignons antagonistes, tels que, par exemple, *Phlebiopsis gigantea* (CAPRETTI et MUGNAI, 1988).

Des attaques de *H. annosum* ont également été signalées en France (LABADIE, 1983).

16.2.4. *Armillaria mellea* (Vahl. ex Fr.) P. Karst. (Pourridié, Agaric)

Sur le littoral toscan, notamment dans les plantations adultes, les attaques chroniques de *H. annosum* sont liées à celles dues à *Armillaria mellea* (Vahl. ex Fr.) P. Karst, à *Rhizina undulata* Fries, et à *Leptographium serpens* (Goid.) Siem. (syn. *Verticicladiella serpens* (Goid.) Kendrick). Il s'agit de champignons agents du dessèchement du Pin pignon. *Armillariella riousseti* a été isolé par JOSSERAND en 1977, près d'Aigues- Mortes, à proximité d'exemplaires de *P. pinea* (LABADIE, 1983).

16.2.5. *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Diko et Sutton (syn. *Diplodia pinea* (Desm.) Kickx) (syn. *Sphaeropsis necatrix* Petri et Adani).

Les principales manifestations pathologiques dues à cette espèce concernent l'altération des cônes, les nécroses de la pousse apicale et des pousses latérales ainsi que la formation de chancres causant une abondante exsudation de résine. *S. sapinea* est faiblement pathogène, n'apparaissant et ne se développant que lorsque l'arbre est affaibli. L'infection se manifeste généralement sur des arbres adultes, mais est fréquente aussi sur les semis. Ce champignon attaque parfois les graines en cours de germination, y compris les cotylédons.

La fin du printemps s'est révélée être la période la plus favorable à *Sphaeropsis* (MAGNANI et VERONA, 1968).

La température optimale pour la germination des conidies oscille entre 25 et 30 °C. Le pourcentage de germination tombe brusquement avec la hausse de la température; à 40 °C elle est pratiquement nulle. La température optimale pour la croissance du mycélium se situe autour de 25 °C (MAGNANI, 1967).

Il arrive, pendant l'année, que les infections des cônes mûrs soient d'une gravité exceptionnelle tandis que les autres organes ne sont pas sujets à des infections aussi sévères. Les

²⁷ A noter que dans les jeunes plantations (10 à 20 ans), ces souches sont souvent complètement décomposées un an après la coupe (CAPRETTI et MORIONDO, 1983).

principales causes de cet état de choses sont les conditions de microclimat (l'aération du houppier par les élagages et par les éclaircies limite l'infection), la susceptibilité différente des divers organes et, enfin, le fait que sur les cônes les dégâts peuvent être la conséquence d'infections plusieurs fois contractées pendant la période de maturation (MAGNANI et VERONA, 1968).

16.2.6. *Coleosporium* ssp.

La rouille vésiculeuse des aiguilles des pins peut causer de graves dommages aux jeunes arbres, surtout si la chute des aiguilles se répète pendant plusieurs années.

16.2.7. *Scleroderris Lagerbergii*. Gremmen

C'est le chancre des branches. Des dommages causés par ce parasite ont été signalés dans plusieurs pinèdes italiennes. Comme sa biologie n'est pas encore bien connue, il est conseillé, comme mesure préventive, d'effectuer rapidement les éclaircies et d'élaguer les branches qui présentent les chancres (BIRAGHI, 1963).

16.2.8. *Rhizina undulata* FR. ex. Fr.

Généralement saprophyte dans le sol, il se comporte parfois comme un parasite dans les bois endommagés par les incendies. L'espèce est signalée dans la forêt de Migliarino (Pisa), dans quelques stations à Pin pignon fertilisées avec du NPK.

16.2.9. Agents de la fonte des semis

En Israël, on a signalé quelques espèces de champignons responsables de la fonte de semis de 2 à 3 semaines de plusieurs espèces de pins, parmi lesquels le Pin pignon. On a isolé trois espèces de *Fusarium*, *Alternaria* ssp. et de *Rhizoctonia solani*. Pour lutter contre la fonte des semis on a essayé plusieurs fongicides normalement utilisés pour le traitement préventif des graines. Des essais effectués en laboratoire ont montré que le Terrachlor²⁸ est efficace contre *Rhizoctonia solani* (MADAR, 1989).

16.2.10. *Macrophomina phaseolina*.

Ce champignon est responsable en Israël d'une mortalité élevée des semis en pépinière. Les symptômes de la maladie sont le jaunissement des aiguilles, suivi du dessèchement et de la mort des plants. *M. phaseolina* attaque, aussi bien en serre qu'en parcelles, les arbres affaiblis du fait de conditions défavorables telles que température élevée du sol ou stress hydrique.

Des fumigations à base de bromure de méthyle permettent de lutter efficacement contre *M. phaseolina* (MADAR, 1989).

17. LES FACTEURS ABIOTIQUES NUISIBLES.

17.1. Pollution de la mer et pollution atmosphérique.

L'action des vents et de l'eau saumâtre, aggravée par la pollution des eaux côtières et, par conséquent, des embruns marins, constituent dans la plupart des cas des agents de dégradation des

²⁸ Fongicide à base de PCNB.

pinèdes littorales italiennes.

Les dégâts provoqués par les embruns marins sont particulièrement nuisibles, même à des distances considérables de la côte, lorsqu'ils contiennent des polluants provenant des décharges industrielles et des égouts. Ce phénomène est sensible surtout à proximité de l'embouchure des cours d'eau les plus chargés de polluants (GELLINI et PAIERO, 1969; LAPUCCI, 1972; GELLINI *et al.* 1982; BUSSOTTI *et al.* 1983; AA. VV., 1984; GELLINI *et al.* 1985; ALOUI, 1988; MERCURIO, 1989). La présence de tensioactifs anioniques non biodégradables dans les eaux littorales est à l'origine de nécroses, de décolorations et de chloroses des aiguilles et de la destruction localisée de la chlorophylle (PAIERO, 1971; CANTIANI, 1971).

Pour distinguer la végétation endommagée de la végétation saine, et pour donner des indications utiles à l'interprétation des causes de dépérissement, il serait utile d'effectuer l'étude systématique des pinèdes affectées par de nombreux phénomènes de dépérissement, en utilisant les techniques de télédétection des surfaces végétales qui présentent des particularités importantes (FANFANI, 1973; GELLINI *et al.* 1983; MARACCHI, 1983). Les couvertures photographiques aériennes réalisées avec une pellicule infrarouge en fausses couleurs se sont révélées intéressantes, notamment pour les peuplements monospécifiques de Pin pignon. De cette façon on peut mettre en évidence les moindres signes d'altération, même avant qu'ils ne soient visibles à l'oeil nu (TINELLI et CATENA, 1992).

17.2. Facteurs anthropiques.

L'élimination du sous-bois, la démolition des dunes, qui expose les pins directement aux effets des vents marins, au transport du sable et à l'action du sel, l'ouverture de routes pour relier l'arrière-pays à la mer, l'urbanisation toujours plus intense et le développement touristique des zones balnéaires ont parfois endommagé d'une façon irréversible quelques unes des plus belles pinèdes.

Le phénomène du dépérissement des pinèdes côtières, dû aux effets de l'eau saumâtre polluée, est aggravé par les mouvements de la côte, dus à l'érosion ou au dépôt de sable par les courants marins (BARTOLINI et PRANZINI, 1985). L'érosion de la côte (Photo 23) peut être due à la construction d'installations portuaires, d'établissement balnéaires, mais peut être aussi la conséquence du creusement du lit des fleuves pour en extraire du sable, activité qui réduit l'apport solide nécessaire aux plages. Le recul de la plage cause le nivellement des dunes et détruit le maquis protecteur, ce qui provoque la dégradation de la pinède par le vent (PAIERO, 1971; CANTIANI, 1971) (Photo 24).

L'érosion des côtes provoque aussi des infiltrations d'eau saumâtre dans la nappe phréatique et dans les dépressions, rendant le sol plus ou moins toxique pour la pinède (CONESE *et al.* 1989).

17.3. Facteurs écologiques.

Les causes de la régression de certaines pinèdes de Pin pignon sont parfois liées à l'introduction de cette espèce dans des milieux dont les caractéristiques sont à la limite de ses exigences pédo-climatiques. C'est le cas des pinèdes de Vénétie (DEL FAVERO *et al.* 1989), de celle de Ravenne le long du littoral adriatique et de quelques pinèdes le long du littoral de la Toscane, où le Pin pignon a été introduit dans des milieux de plaine, typiques des formations mésohygrophiles. La régression du Pin pignon à Ravenne est imputable aux effets des basses températures hivernales jointes à une humidité atmosphérique élevée et aux brusques et fréquents changements de température (PADULA, 1984; CANTIANI, 1987-88). D'autres dommages sont provoqués par l'asphyxie racinaire, due à la remontée de nappes trop salées et chargées de substances polluantes, ou à des affaissements (BORTOLUZZI, 1965).



Photo 23 - Albarèse (GR) - Italie - Effets érosifs des courants marins sur une côte sableuse (*Photo Mercurio*)



Photo 24 - Marina di Arborea (OR) - Italie - Effets des vents et des embruns marins sur les fûts et les aiguilles de pin pignon (*Photo Mercurio*)

La submersion temporaire et périodique du sol provoque des anomalies pédologiques qui se traduisent par des dessèchements des houppiers des pins pignon plantés à proximité la mer, même à l'abri du vent et sur un sol dont la nappe est peu salée (2,7 ‰ en NaCl). Les concentrations en ion sodium, qui augmentent progressivement de la base du rameau aux aiguilles adultes, sont en corrélation parfaite avec le degré de dessèchement des organes; la salinité des houppiers s'avère mieux définie par le rapport Na^+/K^+ toujours inférieur à l'unité dans le feuillage normal (GIULIMONDI et DURANTI, 1975).

En 1975, on a constaté la mort d'une dizaine d'arbres dans la pinède de Feniglia, sous l'effet de la foudre. Les courants électriques auraient endommagé les racines des arbres voisins du point d'impact de la foudre, l'importance des dégâts diminuant au fur et à mesure que l'on s'en éloignait. Ces dégâts sont d'ordre mécanique et chimique, résultant de la déshydratation des cellules et des tissus due à la décharge électrique.

La cause principale de la fréquence des chutes de foudre à Feniglia serait liée à la nature du terrain pauvre et sableux en surface, avec peu de matière organique et à la présence en profondeur de couches imperméables (MANCINI, 1954; INTINI et RAGAZZI 1976).

17.4. Gibier.

La présence excessive et non contrôlée d'animaux (daims, sangliers, etc.) peut provoquer des dégâts à la pinède et en modifier la composition et la structure. La consommation des graines peut limiter la régénération naturelle et les jeunes arbres peuvent être endommagés.

17.5. Incendies.

Les incendies ont représenté, et représentent encore maintenant, un risque grave pour les pinèdes, notamment pour celles qui sont situées le long du littoral, où la pression anthropique est particulièrement intense. Toutefois, son port et l'épaisseur de l'écorce donnent à cette espèce la capacité de supporter, en quelque sorte, le passage du feu. En Italie, dans la province du Latium, le passage répété d'incendies dans des plantations mélangées de Pin pignon et Pin d'Alep a montré que le premier a une résistance individuelle plus grande au feu. De plus, on a vérifié aussi la reprise des arbres qui avaient eu le houppier endommagé jusqu'à 90% (HERMANIN et PAOLETTI, 1992). L'adoption de moyens efficaces de prévention et de surveillance permettent de réduire le nombre des incendies et d'en limiter les effets.

18. CONCLUSIONS.

Le Pin pignon (*P. pinea* L.) est un arbre à port tout à fait particulier qui caractérise la région méditerranéenne. L'espèce est botaniquement isolée car son interprétation taxonomique est difficile: l'impossibilité de son croisement avec un quelconque autre Pin est bien connue. Sa longévité est comprise entre 200 et 250 ans. Les cônes, à maturation trisannuelle, sont un cas plutôt rare chez les pins. La fructification commence très tôt, mais elle n'est pas immédiatement abondante. La dissémination est barochore, secondairement zoochore. Les graines, comestibles, sont très recherchées en pâtisserie. Les racines forment des mycorhizes ectotrophyques qui facilitent l'adaptation du pin, notamment dans les sols calcaires. La stratification au froid induit la prégermination de la graine. L'endosperme est vital pour la nutrition des cotylédons et la morphogénèse de la plantule. La racine s'accroît plus rapidement que la partie aérienne et elle s'enfonce dans le sol à la recherche d'humidité.

P. pinea est tellement répandu qu'aujourd'hui son aire d'origine est très difficile à définir. Son aire de dissémination naturelle se situe dans la région méditerranéenne septentrionale, de la péninsule Ibérique à l'Anatolie, jusqu'aux côtes méridionales de la mer Noire. Il est très rare en Afrique du Nord, où on pense qu'il a été introduit. Sur la base de l'étude des premiers stades du développement phénologique, on a formulé l'hypothèse de l'origine eurasiatique de l'espèce.

Actuellement, il est présent sur le pourtour méditerranéen, du niveau de la mer jusqu'à 700-800 m d'altitude environ. Les pinèdes les plus étendues, en partie d'origine naturelle, sont situées dans la péninsule Ibérique et en Turquie. Dans des conditions favorables, les peuplements d'origine artificielle se régénèrent de façon naturelle. *P. pinea* a été introduit en Afrique du Nord: Maroc, Algérie, Tunisie et en Israël, pour le boisement des dunes littorales, pour l'enrichissement du maquis et des subéraies dégradées et pour la reconstitution du milieu et du paysage sur sols nus. Sa valeur ornementale, la production de pignes et ses autres qualités expliquent l'intérêt qui lui est porté pour la constitution de plantations à but expérimental, même hors du Bassin méditerranéen.

L'espèce est strictement exigeante pour ce qui est de la température, relativement tolérante à l'égard de la sécheresse, et très héliophile. Elle trouve des conditions optimales de végétation dans des sols profonds à texture sableuse, avec une nappe située à 1 ou 2 mètres, et une température moyenne annuelle supérieure à 15 °C. Elle rencontre beaucoup de difficultés, au contraire, dans les sols argileux et là où les basses températures s'allient à une humidité atmosphérique élevée. La salinité du sol représente un facteur limitant; la tolérance à une teneur en calcaire élevée est acquise grâce aux mycorhizes.

La plantation en motte est la technique de plantation la plus répandue. Pour éviter la déformation du pivot (chignon), les plants sont mis en place précocement: généralement pas plus de six mois après le semis dans les conteneurs. En cas de reboisements de protection et/ou sur sols sableux, il est préférable d'intervenir par semis direct. Les soins culturaux sont déterminants pour que les arbres reprennent bien et pour un développement harmonieux du peuplement. L'utilisation du Pin à but ornemental exige l'emploi de techniques particulières de culture.

Les types structuraux qu'on rencontre dans les pinèdes sont les peuplements équiennes, les peuplements inéquiennes; et les peuplements mélangés. Leur existence et pérennité dépendent de l'origine du peuplement et des systèmes sylvicoles adoptés. Les tendances culturelles ont, presque toujours, favorisé le traitement en futaie régulière, liée à la production de pignes, au détriment des peuplements à structure complexe, où la régénération naturelle est la règle.

Le traitement des pinèdes destinées à la production fruitière est conçu de manière à optimiser la production de pignes tout en ménageant celle de bois. La densité de plantation est élevée, et progressivement réduite par les éclaircies. Le système cultural est caractérisé par une densité optimale à laquelle il faut arriver dans un laps de temps déterminé, ce qui définit la périodicité et l'intensité des dépressages, des éclaircies et des élagages. La production escomptée est directement estimée à partir des caractéristiques morphologiques des arbres. Les révolutions, dont la durée peut aller de 70 à 90-100 ans, sont définies par l'époque à laquelle la production de pignes commence à diminuer. La fin du cycle est marquée par la coupe à blanc du peuplement et la replantation.

Dans les pinèdes du domaine public, on favorise presque toujours la production mixte: bois et pignes. Même dans ce cas, on prévoit une coupe rase avec régénération artificielle, les révolutions allant de 80 à 100 ans. Les éclaircies sont de faible intensité et espacées, pour obtenir des tiges de bonne conformation. La densité finale peut être légèrement plus élevée que dans le cas précédent, pas au point toutefois de compromettre la production de pignes.

On s'est peu préoccupé de la sylviculture des peuplements d'origine naturelle, car leur survie semblait certaine et due aux forces de la nature. L'analyse de la structure de ces peuplements, ainsi que de quelques pinèdes d'origine artificielle qui ne présentent plus les caractères typiques des peuplements équiennes, met en évidence le fait que les peuplements à profil pluristratifié sont constitués de groupes d'arbres d'âges et de dimensions variés, disséminés d'une manière aléatoire dans le peuplement. On ne peut pas ramener le modèle de sylviculture proposé pour ces peuplements à une norme; en fait il s'agit d'un ensemble de coupes modulaires visant à opérer des interventions modérées et répétées à des intervalles brefs, à laisser sur place au moins 20% des cônes au moment de la récolte, à lutter contre les facteurs de perturbation et à vérifier d'une façon constante et dans le détail, les résultats obtenus.

Le Pin pignon est une espèce d'une valeur remarquable pour la constitution de plantations dans un but de protection: reboisement des bas de pentes des collines, brise-vent, enrichissements de maquis dégradés. L'évolution du sol et celle du maquis sont favorisées par des interventions sylvicoles convenables. Le rôle dans le paysage, l'esthétique et l'apport récréatif des pinèdes littorales est également très important.

La constitution de plantations fruitières prévoit le greffage du Pin avec des greffons prélevés sur des sujets sélectionnés. Ce système est très employé en Espagne, où ont été réalisés des greffages de Pin pignon sur Pin pignon et sur Pin d'Alep. Le greffage offre l'avantage d'avancer considérablement la production. Toutefois, puisque les greffes se comportent comme des individus femelles, donc dépourvus de microsporophylles, il est nécessaire de polliniser artificiellement. Ces plantations greffées doivent être réalisées dans des zones où les conditions de climat et de sol sont optimales.

Plusieurs productions liées aux pinèdes de Pin pignon concernent de façon variée les différents pays de la Méditerranée. La production de pigne a certainement induit le succès et l'ample diffusion de l'espèce. La fructification commence à peu près à l'âge de 15 à 20 ans, mais atteint son maximum seulement à 40 ans. Les quantités produites sont très variables, en relation avec différents facteurs tels que la qualité du peuplement, les modalités de traitement, etc.... En Espagne, pendant la période 1975-1987, la production annuelle moyenne de pignes en coque a été de 5734 t. En Italie, de 1964 à 1988, on a enregistré une production moyenne annuelle de 2622 t environ. Depuis quelque temps, on signale une augmentation des importations italiennes en provenance du Portugal et d'Espagne, du fait que les prix de vente dans ces pays sont inférieurs à ceux du produit italien.

La récolte manuelle des cônes est un travail périlleux et très pénible et il est de plus en plus difficile de trouver de la main d'œuvre spécialisée. Cela a amené à mettre au point des systèmes de récolte mécanisés. En particulier, le secouement mécanique présente un grand intérêt. On travaille avec des machines actionnées par un moteur DIESEL imprimant des vibrations multidirectionnelles à un bras auquel le fût de l'arbre est assujéti. Cette technique est utilisable sur des arbres parfaitement secs, en limitant au minimum indispensable la durée de la vibration.

L'emploi de systèmes traditionnels de récolte est préférable lorsqu'on travaille dans des pinèdes du Domaine, avec un sous-bois très dense et ayant une structure pluri-stratifiée.

Le bois du Pin pignon résiste bien à l'humidité, et est employé comme pilotis, bois de mine, bois de charpente, bois de menuiserie grossière et pour la construction de bateaux, etc. Il est aussi trituré pour la fabrication de pâte mécanique en vue de la production de cellulose et de papier.

Les tarifs de cubage et les tables de production élaborés pour les pinèdes italiennes ne sont valables qu'au niveau local.

Parmi les autres produits de la pinède de Pin pignon, il y a la résine, les tannins issus de l'écorce et une huile essentielle extraite des pignes. Le pâturage représente une autre source de revenus. Dans certaines pinèdes italiennes, la production de truffes se développe et donne de très bons résultats.

En ce qui concerne la production de résine, on a étudié les effets technologiques et biologiques du gemmage. La production de résine revêt encore un certain intérêt au Portugal.

Les programmes d'amélioration génétique visent surtout à obtenir des clones ou des variétés pour la création de plantations fruitières. Les paramètres pour formuler le choix des meilleurs phénotypes sont le diamètre à hauteur d'homme (1,30 m), la hauteur totale, le diamètre et la densité du houppier, l'inclinaison et la dimension des branches, la position de l'arbre dans le peuplement, la surface terrière et la superficie du couvert vertical au sol. Quelques peuplements à graines ont été sélectionnés en Italie, en Espagne et en Turquie où six provenances ont été localisées. D'autres provenances ont été remarquées en Espagne.

La nécessité de disposer de graines sélectionnées et de provenance certifiée est très importante pour tous les pays intéressés par la production de pignes. Il est souhaitable, par conséquent, que le travail de repérage des sites optimaux de récolte, et surtout des peuplements naturels à graines, puisse se poursuivre d'une façon systématique afin de faire face à la demande de graines pour la plantation de nouvelles pinèdes.

Des essais précoces effectués pour contrôler la valeur génétique ont montré que *P. pinea* n'est pas sensible de façon significative aux effets de l'auto-fécondation.

De nombreux organismes animaux et végétaux vivent dans les pinèdes et certains d'entre eux peuvent devenir des ravageurs si les conditions de milieu leur deviennent favorables. Dans les peuplements d'origine artificielle, la pullulation de nombreux insectes et champignons, présents en général à l'état latent, est liée à l'âge du peuplement et au manque d'interventions culturales.

La pollution de la mer et la pollution atmosphérique représentent les causes principales du dépérissement des pinèdes littorales. La réduction des surfaces qu'elles occupent est due, en plus de l'érosion des côtes, à l'urbanisation et au développement intense du tourisme balnéaire. La régression de certaines pinèdes est aussi parfois liée à l'introduction de l'espèce dans des milieux à la limite de ses exigences pédo-climatiques. Le pâturage excessif et non contrôlé, la présence de gibier et les incendies représentent, dans le milieu méditerranéen, d'autres facteurs de risque souvent liés à la compétition pour l'espace qui a toujours existé entre l'homme et les forêts: la pression anthropique

BIBLIOGRAPHIE

- AA. VV., 1954 - Grafting *Pinus* spp. Report Forestry Department. Cyprus, 1953(24).
- AA. VV., 1949 - Exotic Pines in N. Rhodesia. Rep. For. Dep. N.Rhodesia, n. 8. 1948.
- AA. VV., 1976 - Relazione al Consorzio per l'istituzione del "Parco della Maremma". *Informatore Botanico Italiano*, 8(3):282-324.
- AA. VV., 1982 - Tavole stereometriche ed alsometriche costruite per i boschi italiani (raccolte, coordinate e illustrate da CASTELLANI C.). *Annali Istituto Sperimentale Assesamento e Alpicoltura*. Trento.
- AA. VV., 1984 - Degradazione della vegetazione nella tenuta di S.Rossore. Relazione della Commissione di Studio al Presidente della Pubblica. Roma, Segretariato Generale del Quirinale, pp. 153. *Biblioteca Accademia Italiana di Scienze Forestali*, Firenze.
- AA. VV., 1987 - Guide technique du forestier méditerranéenfrançais. Le Pin pignon. *Pinus pinea* L. C.E.M.A.G.R.E.F. Groupement d'Aix-en-Provence, Division Techniques forestières méditerranéennes.
- ABELLANAS B., GIL L., BUTLER I., 1989 - La mejora genetica delpino piñonero en Andalucia. Dep.to Silvopascicultura. E.T.S.I.Montes. Reunion sobre Selvicultura, Mejora y Produccion de *Pinuspinea*. Madrid, 11-12 de Diciembre 1989.
- ABI-SALEH B., BARBERO M., NAHAL I., QUEZEL P., 1976 - Les sériesforestières de végétation au Liban; essai d'interprétationschématique. *Bull. Soc. Botanique Franç.*, 123:541-560.
- ABI-SALEH B., 1982 - Altitudinal zonation of vegetation inLebanon. *Ecologia Mediterranea*, 8(1/2):355-364.
- ACCORSI C. A., BANDINI MAZZANTI M., FORLANI L., 1971 - Modello dischede palinologiche di pini italiani. *Archivio Botanico e Biogeografico Italiano*, 47(3/4):65-101.
- ADANI A., 1916 - "Pine gallerone" e "pine pagliose" del *Pinuspinea* L. *L'Alpe*, 4(3):114-121.
- ACAR M. I., 1984 - (GC-MS Analysis of Gum turpentine and rosinfrom *P. brutia*, *P. nigra* and *P. pinea*) Kızılcım (Pinus brutia),Karaçım (Pinus nigra), Fistikçami (Pinus pinea) ReçinelerininTerebentin ve Kolofan Analizleri. *Istanbul Üniversitesi. OrmanFakültesi Dergisi. Seri B, Cilt. 34, Sayı 1*, 198-205.
- ACAR M. I., 1987 - (A Social Forestry Project Proposal for smallGroup villagers Owner of *P. pinea* forests) Ormancılık ve YeniBoyutlari. *Istanbul Üniversitesi. Orm. Müh. Derg. Agustos sayisi.Forestry Engineering*.
- AGOSTINI R., 1950 - La pineta d'Ischia. *Monti e Boschi*, 1(9):398-403.
- AGOSTINI R., 1954 - L'influenza del rimboschimento del "MonteNuovo" (Campi Flegrei) sul processo evolutivo della vegetazione.*Monti e Boschi*, 5(7):312-322.
- AGRIFOREST, 1982 - Piano di gestione forestale del Parco Naturaledella Maremma. Belforte grafica,

Livorno.

AKGÜL M. E., YILMAZ A., 1988 - (Ecological characteristics of stone pine (*Pinus pinea* L.) in Turkey) Türkiye'de Fıstıkçaminin (*Pinus pinea* L.) Ekolojik Özellikleri. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları. Tek. Bült. Ser., 216.

AKMAN Y., BARBERO M., QUEZEL P., 1978 - Contribution à l'étude de la végétation forestière d'Anatolie méditerranéenne. 1ère partie. Phytocoenologie, 5(1):1-79. Fac. Sci. Univ. Ankara, Turquie.

ALEXANDRIAN D., 1979 - Premiers résultats d'un essai dans le périmètre de DFCI du massif de Frontfroide (Aude). Revue Forestière Française, 31(6):482-490.

ALLEGRI E., 1949 - Caratteristiche dei semi forestali. L'Eco della Montagna, n. 11-12.

ALLUE J. L., 1989 - Ecología general de *Pinus pinea*. Anexo I in MONTERO GONZALES G., GOMEZ LORANCA J. A., 1989 - Problemas selvícolas del *Pinus pinea* L en España. Reunión sobre Selvicultura, Mejora y Producción de *Pinus pinea*. Madrid -Valladolid, 11 y 12 de Diciembre, 1989. INIA - Comisión de las Comunidades Europeas.

ALOUI A., 1988 - Sylviculture du Pin pignon en Tunisie. I.S.P. de Tabarka. Rept. FAO-Silva Mediterranea: Réseau "Pin pignon".

ALPUIM (de) M., 1989 - Perspectivas actuais para o melhoramento da *Pinus pinea* L. I.N.I.A., Portugal.

ALYAB'EV M. N., KOLEZHUK V. K., 1977 - (Afforestation of burns in the mountains of the Crimea). Oblesenie garei v gornom Krymu. (in russo) Lesnoe Khozyaistvo, 5:80-83. Krymskaya GLOS, Ukraina.

AMMANNATI R., 1988 - Effetti dell'autoimpollinazione sull'acrescita in altezza in *Pinus pinea* L. Monti e Boschi, 39(3):50-56.

AMMANNATI R., 1989 - Primi studi sul determinismo genetico del carattere "guscio fragile" dei semi di *Pinus pinea* L. Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze. Vol. XXVIII:143-163.

AMORINI E., FABBIO G., 1984 - Studio di un contenitore per allevamento di piante forestali. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo. Vol. 15:43-75.

ANDRE L., 1975 - Essai d'inventaire des plus beaux arbres varois. Ann. Acc. Sc. Nat. et Arch. de Toulon et Var, 27:68-83.

ANTIPOV V. G., 1978 - Resistance of pine species to industrial gases. Fisheries and Environment Canada N. OOENV TR-1499, pp 10.

ANZILOTTI F., 1958 - Le pinete della Maremma litoranea. Tipografia "Etruria", Grosseto, pp. 3-16.

ARCE DE OBIETA C., SANZ MUNOZ M., 1981 - Vitameiros B6 en semillas de *Pinus pinea* germinantes. Anales de Edafología y Agrobiología. Cons. Sup. Invest. Cient., 40(9/10):1825-1831, Madrid.

ARCE DE OBIETA C., SANZ MUNOZ M., 1981 - Fracciones proteicas en semillas de *Pinus pinea* germinantes. Anales de Edafología y Agrobiología. Cons. Sup. Invest. Cient.,

40(9/10):1833-1841, Madrid.

ARCE C., BUENADICHA P., SANZ MUGNOZ M., 1983 - Cambios metabólicos de proteínas durante el proceso de germinación de semilla de *Pinus pinea* L. sometida a un período de estratificación. *Anales de Edafología y Agrobiología*, 42(7/8):1153-1167.

ARMENISE PORCELLI V., FELICINI G., LISO R., MACCHIA F., SCARAMUZZIF., 1965 - Rapporti fra endosperma ed embrione nella germinazione di *Pinus pinea* L. Nota I: Effetti del grado di maturità del seme. *Giornale Botanico Italiano*, 72:139-147.

ARMENISE PORCELLI V., FELICINI G., LISO R., MACCHIA F., SCARAMUZZIF., 1965 - Rapporti fra endosperma ed embrione nella germinazione di *Pinus pinea* L. Nota II: Effetti della conservazione sul seme immaturo. *Giornale Botanico Italiano*, 72:153-159.

ARRIGONI P. V., 1967 - Ricerche sulla distribuzione del *Pinus halepensis* Mill. e del *Pinus pinea* L. in Sardegna. *Webbia*, 22(2):405-418.

ARRIGONI P. V., 1971 - Dune litoranee di Buggerru. In PEDROTTI F. (Ed.) Censimento dei Biotopi di rilevante interesse vegetazionale meritevoli di conservazione in Italia. Gruppo di Lavoro Conservazione della Natura Soc. Bot. Ital., (20-24). Camerino.

ARRIGONI P. V., 1973 - Ricerche fitoclimatiche sulla Toscana a Suddell'Arno. *Atti. Soc. Toscana Sci. Nat. Memoria Serie B*, 79:97-106.

ARRIGONI P. V., 1990 - Flora e vegetazione della Macchia lucchese, Viareggio. *Webbia*, 44(1):1-62.

ARRIGONI P. V., 1993 - Tipologia vegetazionale e dinamismo delle pinete litoranee toscane. Convegno sulla "Salvaguardia delle pinete litoranee" Regione Toscana. Provincia di Grosseto. Parco Naturale della Maremma. Accademia Italiana di Scienze Forestali. Grosseto, 21 - 22 ottobre 1993. *Prétirage*: pp. 11-20.

ARRIGONI P. V., NARDI E., RAFFAELLI M., 1985 - La vegetazione del Parco Naturale della Maremma (Toscana). Dipartimento di Biologia Vegetale, Univ. di Firenze.

A.S.F.D., 1947 - Piano di assestamento della foresta di Cecina (Comprensorio dei Tomboli) per il decennio 1° luglio 1947 - 30 giugno 1957.

A.S.F.D., 1970 - Piano di assestamento della foresta "Pineta di Ravenna" per il decennio 1970-1979.

A.S.F.D., 1973 - Piano di assestamento della pineta demaniale dei Tomboli di Cecina per il decennio 1973-1982.

AUCLAIR D., CAPUT C., 1977 - Modifications de la photosynthèse de *Pinus pinea* L. lors d'une pollution artificielle sub-nécrotique par le dioxyde de soufre in situ. *Compte rendu des séances de l'Académie d'Agriculture de France*, 63(9):563-569. INRA-CNRF, Orléans.

BACCARI V., CIAMPI C., CORTI R., FIRENZUOLI A. M., GUERRITORE A., MAGINI E., MASTRONUZZI E., RAMPONI G., VANNI P., ZANOBINI A., 1968 - Ricerche sull'incompatibilità d'innesto nelle conifere. *Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali*, Firenze. Vol. XVII:35-100.

BACHILLER P., 1966 - Estudio sobre la biología y tratamientos del *Pissodes validirostris* Gyll.

Boletin del Servicio de Plagas Forestales, pp. 133-136.

BACILIERI R., (1991) - Un approccio forestale alla conoscenza del clima del Parco naturale della Maremma in relazione all'ecologia forestale. Inedito.

BACILIERI R., PIUSSI P., 1989 - I rimboschimenti di Monte Argentario (Grosseto). *L'Italia Forestale e Montana*, 44(6):465-488.

BAGLIONI F., 1991 - Contributo a una monografia sul pino domestico (*Pinus pinea* L.). Tesi di Laurea. Istituto di Selvicoltura, Università degli Studi di Firenze.

BALDASSERONI V., 1957 - in De PHILIPPIS A., 1957-58 - Lezioni di Selvicoltura speciale. Università degli Studi di Firenze.

BALDINI S., NARDI BERTI R., 1986 - La potatura delle piantagioni di conifere. *Monti e Boschi*, 6:43-56.

BALDY C., POUPON H., SCHOENENBERGER A., 1970 - Variations in soil moisture content as a function of stand type in Northern Tunisia. *Ann. Ist. Nat. Rech. For. Tunis.*, 3(4):pp 40.

BALESTRI P.L., 1984-85 - Indagine sulle pinete di pino domestico del litorale viterbese. Tesi di Laurea. Università degli Studi della Tuscia - Viterbo.

BALGUERIAS JIMENEZ E., 1974 - Injertos en Pinos. *Montes*, 30(178):325-332.

BALSI G., MOTTOLA P., 1963 - Il deperimento dei pini di Roma: allarme per la salute delle piante e del l'uomo. *L'Italia Agricola*, 6(100):591-595.

BAMBAGIOTTI A. M., VINCIERI F. F., CORAN S., 1972 - Terpenoid hydrocarbons from *Pinus pinea*. *Rivista italiana essenze, profumi, piante officinali, aromi, saponi, cosmetici, aerosol*, 54:875-877.

BARBACOVİ A., CAPRETTI P., MORIONDO F., 1979 - Diffusione e danni di *Brunchorstia pinea* (Karst.) Hohn su popolamenti naturali e artificiali di conifere in Italia. *Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali*, Firenze. Vol. XXVIII:123-161.

BARBERO M., LOISEL R., QUEZEL P., 1975 - Problèmes posés par l'interprétation phytosociologique des *Quercetea ilicis* et des *Quercetea pubescentis*. *Colloques internationaux du C.N.R.S.*, n°235 - La flore du Bassin méditerranéen: essai de systématique synthétique, pp. 481-497.

BARBINA A., 1966 - Situazione fitosanitaria della pineta di Lignano (UD). *Monti e Boschi*, 17(3):25-29.

BARONI A., 1973 - Ricerche alometriche sulle pinete di pino domestico dei tomboli di Cecina. *L'Italia Forestale e Montana*, 28(5):191-197.

BARONIO P., FACCIOLI G., ANTROPOLI A., 1986 - Gli insetti nocivi al bosco. *Monti e Boschi (Le schede)*, 4:I-VIII.

BARONIO P., BUTTURINI A., FACCIOLI G., 1988 - Gli insetti nocivi al bosco. *Monti e Boschi (Le schede)*, XXXIX (3):I-VIII.

BARONIO P., BUTTURINI A., 1988 - Gli insetti nocivi al bosco. Monti e Boschi (Le schede), XXXIX (6):I-XIII.

BARONIO P., BALDASSARRI N., DE BERARDINIS E., 1989 - Gli insetti nocivi al bosco. Monti e Boschi (Le schede), XL(4):I-XII.

BARSANTI D., ROMBAI L., 1983 - I Lorena imprenditori agrari nella Maremma dell'800: latifondo, gran coltura meccanizzata e mezzadria all'Alberese e alla Badiola. Pp.:541-570. In G. Coppola, "Agricoltura e aziende nel l'Italia centro-settentrionale (SecoliXVI-XIX)" Franco Angeli Editore, Milano.

BARTOLINI C., PRANZINI E., 1985 - Fan Delta Erosion in SouthernTuscany as Evaluated from Hydrographic Survey of 1883 and late. Marine Geology, 62:181-187.

BASSI V., 1927 - La valorizzazione dei tomboli demaniali di Cecinae Vada. L'Alpe, 14(7):193-206; 14(9):257-269.

BAUDIN SANCHEZ F., CANAS DIEBEL F., 1963 - Pratical methods for determining thinning intensity, their application to Pinus pinaster and P. pinea in the province of Valladolid. Asamblaea Technica Forestal. Min. de Agric. Madrid, 23(1):180-188.

BAUDIN SANCHEZ F., 1966 - Ordenacion y selvicoltura intensiva enlos montes de Pinus pinea L. en Valladolid. Compte rendu 6^e Congrès Forestier Mondial. Vol. 2:2442-2447.

BAUDIN SANCHEZ F., 1967 - Tratamientos contra el gorgogo de lapina (Pissodes validirostris Gyll.) en la masas de Pino piñonero(Pinus pinea L.) de Valladolid. Boletin del Servicio de Plagas Forestales, 10(19):43-50. Madrid.

BAUDIN SANCHEZ F., 1967 - Mejoras del pino piñonero (P. pinea) en Valladolid. Montes, 135:216-9.

BENCIVENGA M., CALANDRA R., GRANETTI B., 1990 - Ricerche suiterreni e sulla flora delle tartufaie naturali di Tubermelanosporum Vit. del l'Italia centrale. Atti del II Convegno Internazionale sul Tartufo. Spoleto, 24-27 novembre 1988. pp. 337-374.

BERENGER (De) A., (1965) - Studii di archeologia forestale. Ristampa anastatica, pp. 892. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.

BERJAOUI A., 1952 - La distribution des essences forestières au Liban. Revue Forestière Française, 4(12):833-837.

BERNETTI G., 1987 - I boschi della Toscana. Quaderni di Monti e Boschi, n. 4. Giunta Regionale Toscana. Edagricole.

BERNETTI G., 1995 - Selvicoltura speciale. Collezione: Scienze forestali e ambientali. UTET, Torino. Cap. XXXVI "Il pinodomestico", pp.365-376.

BERTOLANI MARCHETTI D., 1964 - Ricerche palinologiche in sedimenti torbosi a Porto Conte presso Alghero (Sardegna). Archiv. Bot.Biogeog. Ital., 40:402-6.

BINAZZI A., 1920 - Due altri insetti nemici del Pino domestico e marittimo. L'Alpe, 7(9):177-183.

- BIONDI L., RIGHINI E., 1910 - Il pino da pinoli. Hoepli. Milano.
- BIRAGHI A., 1963 - Rassegna dei casi fitopatologici forestali osservati dal 1950 al 1962. Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze. Vol. XII:33-109.
- BIRYUKOV V. I., MLOKOSEVICH B. V., 1978 - (Plantations of exotic conifers in Abkhazia). Kul'tury khvoynykh ekzotov v Abkhazii. Lesnoi Zhurnal, 1:26-29. Teknol. Inst. Bryansk (in Russo).
- BODENHEIMER F. S., 1927 - Ein Befall von *Evetria buoliana* var. *thurificana* Led., in Pinienbeständen des Karmels (Palaestina). Z. angew. Ent., 13:473-483.
- BOISSEAU B., 1993 - Ecologie du Pin pignon. Coll. "Les cahiers de la forêt méditerranéenne". N. 1:1-26. Groupement d'Aix-en-Provence. Division "Techniques forestières méditerranéennes".
- BOISSEAU B., 1996 - Ecologie du Pin pignon et du *Pinus brutia*. Détermination d'un indice de fertilité fonction du milieu. Revue Forestière Française, 4:321-335.
- BOLANOS MARTIN M., 1947 - Origen, desarrollo y producciones del Monte Alto. Inst. Forest. de Investig., Madrid.
- BONAMINI G., 1988 - Lineamenti della coltura del pino domestico in Italia. Quaderni del l'Istituto di Assestamento e Tecnologia forestale, Fasc. 3:3-18. Università degli Studi di Firenze.
- BONAMINI G., 1988 - Nomogramma delle prestazioni di un scuotitrice meccanica adibita alla raccolta degli strobili di pino domestico (*Pinus pinea* L.). Quaderni del l'Istituto di Assestamento e Tecnologia forestale, Fasc. 3:65-70. Università degli Studi di Firenze.
- BONAMINI G., 1988 - Osservazioni sulla reale entità dei danni comunemente attribuiti alla vibratura del pino domestico. Quaderni del l'Istituto di Assestamento e Tecnologia forestale, Fasc. 3:71-80. Università degli Studi di Firenze.
- BONAMINI G., CHERUBINI P., 1988 - La raccolta meccanica degli strobili di pino domestico (*Pinus pinea* L.): correlazioni con alcune caratteristiche dendrometriche degli alberi. Quaderni del l'Istituto di Assestamento e Tecnologia forestale, Fasc. 3:19-35. Università degli Studi di Firenze.
- BONARI E., BAGLIACCA M., CIOMEI D., SENESI G., 1980 - Raccolta dei pinoli con macchine scuotitrici. Macchine e Motori Agricoli, 38(12):41-6.
- BONARI E., PERUZZI A., 1989 - Raccolta degli strobili di pino domestico (*Pinus pinea* L.) per scuotimento meccanico. Pisa Economica, 1:29-37.
- BONAVENTURA G., 1957 - Preliminari sulla vegetazione della costiera di Fregene (Roma). Nuovo Giornale Botanico Italiano - Nuova Serie, 63(2/3):459-465.
- BONCOMPAGNI T., 1952 - Alcune ricerche sulla biologia dei semi di *Pinus pinea* L. Tesi di Laurea. Ist. Selvicoltura, Università di Firenze.
- BORODINE N. A., 1965 - Methods for phenological observations on Pinaceae Family plants. Bull. Glavn. Bot., 57.
- BORTOLUZZI O., 1965 - Piano per la valorizzazione ed il miglioramento delle pinete comunali di

Ravenna (1965-1974).

BORTOLUZZI O., 1969 - Per salvare le pinete di Ravenna. *Monti e Boschi*, 20(5):33-41.

BOSETTO G., 1961 - Aspetti particolari della tecnica dei rimboschimenti delle sabbie litoranee. *Atti Congresso Nazionale sui Rimboschimenti. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, Vol. I:313-381.*

BOSETTO FUSI M., RADDI P., 1978 - Effects of infection by *Cronartium flaccidum* (Alb. et Schw.) Wint. on inorganic solute concentrations in *Pinus pinaster* Ait. and *Pinus pinea* L. seedlings. *European Journal of Forest Pathology*, 8:268-271.

BOUDY P., 1950 - *Economie forestière Nord-africaine. Tome II, Paris.*

BOUVAREL P., 1950 - Les principales essences forestières du Liban. *Revue Forestière Française*, 2(6):323-332.

BRANZANTI M. B., ZAMBONELLI A., 1984 - Sintesi micorrizica del *Tuber albidum* con *Pinus pinea*. *Micologia Italiana*, 2:51-53.

BRANZANTI B. ZAMBONELLI A., GOVI G., 1985 - Micorrizzazione di *Pinus pinea* con *Laccaria laccata* ed *Hebeloma crustu liniforme*. *Micologia Italiana*, 3:3-10.

BREGOLI V., 1969 - Le pinete di Ravenna nel passato e nel presente. *Arti Grafiche, Ravenna.*

BRIQUET J., 1910 - *Prodrome de la flore corse. Vol. 1. Genève, pp.245.*

BRUNI U., 1986 - Le pinete del litorale minacciate dal *Blastofagus destruens*. *Agricoltura Toscana*, 10 (7-8-9):36-37. Firenze.

BULI U., 1949 - Ricerche climatiche sulle pinete di Ravenna. *Ricerche sulle variazioni storiche del clima italiano. Pubbl. Centro Studi Geografia Fisica, Bologna. II. Tip. Moreggioni, Bologna.*

BUSSOTTI F., FERRETTI M. *et al.* 1991 - New type of forest damageto mediterranean vegetation in southern Sardinian forests (Italy). *Eur. J. For. Path.*, 21(5):290-300.

BUSSOTTI F., RINALLO C., GROSSONI P., GELLINI R., PANTANI F., CENNI E., 1983 - La moria della vegetazione costiera causata dal l'inquinamento idrico. *Monti e Boschi*, 35(6):47-55.

CABANETTES A., 1979 - Croissance, biomasse et productivité de *Pinus pinea* L. en Petite Camargue. *Thèse de 3^{ème} Cycle, Univ. Sci. Tech. du Languedoc, Montpellier, pp. 175.*

CABANETTES A., RAPP M., 1978 - Biomasse, minéralomasse et productivité d'un écosystème à Pins pignons (*Pinus pinea* L.) dulittoral méditerranéen. I. - Biomasse. *Acta Oecologica - Oecologia Plantarum*, Vol. 13(3):271-286.

CABANETTES A., RAPP M., 1981 - Biomasse, minéralomasse et productivité d'un écosystème à Pins pignons (*Pinus pinea* L.) du littoral méditerranéen. III. - Croissance. *Acta Oecologica -Oecologia Plantarum*, Vol. 16(2):121-136.

CABANETTES A., RAPP M., 1981 - Biomasse, minéralomasse et productivité d'un écosystème à Pins pignons (*Pinus pinea* L.) dulittoral méditerranéen. IV. - Production. *Acta Oecologica -Oecologia*

Plantarum, Vol. 2 16(4):381-394.

CALLIARI P., MESCHINI A., QUATTROCCHI G., 1960 - Piano di assestamento dei boschi della tenuta di S. Rossore per il decennio 1960-1969.

CANCO MORENZA G., 1951 - Notas sobre les repoblaciones en las proximidades de Madrid. Montes, 41(7):644-673.

CANTIANI M., 1971 - Sui rimedi per salvare dal deperimento la pineta litoranea di Cecina. L'Italia Forestale e Montana, 26(6):214-221.

CANTIANI M., 1976 - I cedui di Eucalitto (*E. camaldulensis* ed *E. globulus*) nella Sicilia Centrale. L'Italia Forestale e Montana, 2(31):33-48.

CANTIANI M., GABRIELLI A., MASSEI M., GELLINI R., CAROVIGNO R., FRATINI R., 1985 - Tenuta di S. Rossore - Piano di Assestamento dei boschi per il decennio 1985-1994. Segretariato Generale della Presidenza della Repubblica, Roma.

CANTIANI M. G., SCOTTI R., 1988 - Le fustaie coetanee di pino domestico del litorale tirrenico: studi sulla dinamica di accrescimento in funzione di alcune ipotesi selvicolturali alternative. Annali Istituto Sperimentale Assestamento Forestale e Alpicoltura - 1988, Trento, 11:1-54.

CANTIANI P., 1994 - Indagine sui danni da gelo nelle pinete dell'alto litorale adriatico. L'Italia Forestale e Montana, 49(1):54-70.

CAPPELLI M., 1957 - Produzione di pine anomale in *Pinus pinea* L. L'Italia Forestale e Montana, 13(4):192-3.

CAPPELLI M., 1958 - Note preliminari sulla produzione individuale di strobili in *Pinus pinea* L. L'Italia Forestale e Montana, 13(5):181-203.

CAPPELLI M., 1963 - Note preliminari sul margottaggio del pino domestico. Monti e Boschi, 14(4):174-7.

CAPPELLI M., 1963 - Sulle rese delle pine in pinoli e dei pinoli in mandorle del pino domestico a Cecina. L'Italia Forestale e Montana, 18(3):119-124.

CAPRETTI C., 1955 - Il disseccamento dei rami di pino causato da *Diplodia pinea* (Desm) Kickx. Monti e Boschi, 6(6):271-4.

CAPRETTI P., 1986 - Nuovi e recenti reperti di *Heterobasidiomannosum* L. (Fries.) Bref. Monti e Boschi, 37(5):34-37.

CAPRETTI P., 1986 - La lotta contro i parassiti vegetali dei giovani rimboschimenti. Monti e Boschi, 37(6):67-72.

CAPRETTI P., MORIONDO F., 1983 - Danni in alcuni impianti di conifere associati alla presenza di *Heterobasidion annosum* (Fomesannosum). *Phytopatologia Mediterranea*, 22:157-167.

CAPRETTI P., MORIONDO F., MUGNAI L., RAGAZZI A., 1991 - Le principali malattie del pino. In "Avversità del pino" Atti delle Giornate di Studio sulle avversità del pino. Ravenna, 6-7 novembre 1989: 11-16. Coord. G. Govi e L. Masutti. Regione Emilia Romagna. Assessorato

Agricoltura e Alimentazione.

CAPRETTI P., MUGNAI L., 1988 - Protezione delle ceppaie di pino dalle infezioni di *Heterobasidion annosum*. *Informatore Fitopatologico*, 38(3):49-51.

CAPUANA M., 1994 - Le colture in vitro nel genere *Pinus*. *Monti e Boschi*, XLV(5):24-30.

CARLI P., 1977 - Osservazioni sulla raccolta meccanica delle pigne con macchina vibratrice. Tesi di Laurea. Istituto di Tecnologia e Utilizzazioni Forestali, Università degli Studi di Firenze, pp.80.

CARMICHAEL A. J., 1951 - Ladders as an aid to seed collection. *Tree plant. Notes*, (5):3-6.

CARRION P., SANCHEZ I. A., SANCHEZ G., LUIS A., 1986 - Los huertos semilleros. Estudios básicos para su establecimiento en España. *Monograf. Inst. Nac. Cons. Natur.*, n. 44, pp. 128.

CARVALHO OLIVEIRA A., 1981 - Silvicultural practices on *Pinus pinea* stands in Portugal. In "Silviculture and tree improvement of *Pinus pinea* stands for the production of pine kernels". Reunion sobre Selvicoltura, Mejora y Produccion de *Pinus pinea*, Madrid, 11-12 December 1989.

CASALE S., 1978 - Ricerche sperimentali su possibili danni provocati al *Pinus pinea* dalle scuotitrici per la raccolta degli aghi. Tesi di Laurea. Istituto di Tecnologia e Utilizzazioni Forestali, Università degli Studi di Firenze, pp. 115.

CASCIO A., 1969 - Tavola alsometrica del pino domestico del "BoscoBellia" cresciuto in fustaia coetanea. *L'Italia Forestale e Montana*, 24(1):67-73.

CASTELLANI C., 1973 - Il significato economico e assestamentale della raccolta di pigne di pino domestico a mezzo della scuotitura meccanica. *Ann. Fac. Agr. Università di Bari*, Vol. XXVI. Parte prima:403-416.

CASTELLANI C., 1978-79 - Studio sull'incremento diametrico stagionale delle più importanti specie forestali che popolano i boschi italiani. *Annali Istituto Sperimentale Assestamento e Alpicoltura*, Vol. VII. Trento.

CASTELLANI C., 1989 - La produzione legnosa e del frutto e l'adattabilità del turno economico delle pinete coetanee di pino domestico (*Pinus pinea* L.) in un complesso assestato a prevalente funzione produttiva in Italia. *Annali Istituto Sperimentale Assestamento e Alpicoltura*, Vol. XII. Trento.

CASU P., 1981 - Conversione delle pinete in boschi misti. *Economia montana*, 10: 12-17.

CATALAN BACHILLER G., 1989 - El pino piñonero como productor de fruto en España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion. Instituto Nacional para la Conservacion de la Naturaleza, pp. 15.

CATALAN BACHILLER G., 1990 - Plantaciones de *Pinus pinea* en zonas calizas para produccion precoz de piñon. *Ecologia*, 4:105-120.

CAVALLI S., CORSI F., 1987 - Struttura, evoluzione e trattamento di un rimboschimento a Pini e Cipresso sul Monte Argentario. *L'Italia Forestale e Montana*, 42(1):47-57.

CECCHINI R., 1968 - Il Pino domestico. *L'Italia Forestale e Montana*, 23(1):40-1.

- CHANDLER W.G., 1955 - Pulpwood plantation in South Africa. Proc.Aust. Pulp. Pap. Ind. Tech. Ass., 9:16-30.
- CHESSA M., 1990 - Il rimboschimento delle dune di Is Arenas al 1990. Tesi di Laurea. Università degli Studi di Firenze.
- CHOUCHANI B., KHOUZAMI M., QUEZEL P., 1975 - A propos de quelques groupements forestiers du Liban. *Écologia Mediterranea*, 1:63-77.
- CIAMPI C., 1964 - Studio anatomico su innesti di conifere. Innesto moplastici ed autoplastici di *Pinus pinea* L. Considerazioni sul l'importanza della tecnica d'innesto. Atti delle Giornate diStudio sulla propagazione delle specie legnose, Pisa.
- CIANCIO O., 1968 - Tavola cormometrica del pino domestico di Piazza Armerina cresciuto in fustaia coetanea. *L'Italia Forestale e Montana*, 23(3):136-143.
- CIANCIO O., 1970 - Prove di sfollamento sui pini mediterranei. *Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura*, Arezzo. 1:199-268.
- CIANCIO O., CUTINI A., MERCURIO R., VERACINI A., 1986 - Sullastruttura della pineta di pino domestico di Alberese. *AnnaliIstituto Sperimentale per la Selvicoltura*, Arezzo. 17:169-236.
- CIANCIO O., MERCURIO R., NOCENTINI S., 1981 - 1982 - "Le specie forestali esotiche e le relazioni tra arboricoltura da legno e selvicoltura" in: "Le specie forestali esotiche nella selvicoltura italiana". *Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura*, Arezzo. 12/13:3-103.
- CIANCIO O., LA MARCA O., MERCURIO R., SANESI G., 1992 - Le problematiche del l'arboricoltura da legno di qualità e di quantità. *Cellulosa e Carta*, XLIII(3):19-32.
- CONESE C., MASELLI F., MARACCHI G., FALCHI M. A., 1989 - Uso deltele rilevamento per il monitoraggio del deperimento della vegetazione costiera in aree protette della Toscana. *Monti e Boschi*, 1:15-19.
- CORONA E., 1964 - Cicli triennali in *Pinus pinea*. *Monti e Boschi*,1:51-56.
- CORTI R., 1955 - Ricerche sulla vegetazione del l'Etruria marittima. Aspetti geobotanici della Selva pisana di S. Rossore e l'importanza di questa formazione relitta per la storia della vegetazione mediterranea. *Nuovo Giornale Botanico Italiano*, 62:72-254.
- CORTI R., 1969 - Sul l'indigenato del *Pinus pinea* in Italia. *Archiv. Bot. Biogeog. Ital.*, Vol. XLV:235-239. IV Serie. Vol. XIV.Fasc. IV.
- COVASSI M., BINAZZI A., 1981 - Contributi alla conoscenza degli afidi delle conifere. IV. Note su alcune specie di Adelgidireperite in Italia (Homoptera Adelgidae) *REDIA*, 69:303-330.
- COZZO D., 1969 - Noticia sobre el crecimiento de *Pinus pinea* en la provincia de Buenos Aires. *Rev. Forest. Argentina*, 13(4):119-124.
- CRITCHFIELD W.B., LITTLE E.L., 1966 - Geographic distribution of the Pines of the world. - U.S. Dept. Agric. Forest Service.Miscell. Publ. 991.
- CRIVELLARI D., 1946 - Risultati di alcuni esperimenti sulle semine di pino domestico. *L'Italia*

Forestale e Montana, 1(4):129-134.

CRIVELLARI D., 1956 - Primi risultati di un ottennio di esperimenti sulla resinazione del pino d'Aleppo. *Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali*, Firenze. Vol. V:333-372.

CUEVAS P., BACHILLER P., 1969 - Sintesis de los diferentes metodos utilizados para la proteccion de pinon de P. pinea. *Boletin del Servicio de Plagas Forestales*, p. 77-87.

CUEVAS P., BACHILLER P., 1970 - Estudio de los insectos que danan la produccion frutera del Pino piñonero y metodos utilizados para su combate. *Boletin del Servicio de Plagas Forestales*, 26:227-231.

CUTINI A., 1984-85 - Analisi della struttura della Pineta Granducale di Alberese. Tesi di Laurea. Univ. degli Studi di Firenze.

D'ALTILIA G., 1993 - Micropropagazione del Pinus pinea: Organo genesi in espianti embrionali. Tesi di Laurea. Corso di Laurea in Scienze forestali. Università degli Studi di Firenze.

D'AUTILIA M., SOMMAZZI S., ARRIGONI P.V., 1967 - Rimboschimenti eloro risultati in Sardegna. Convegno su "Prospettive economico-industriali della produzione legnosa in Sardegna", Cagliari.

DANG V. D., KUBLER P., 1981 - Le genre Pinus: dendrologie. (Exposé à l'ENITEF), pp. 89.

DANNAOUI S., 1981 - Production de litière et restitution au sol d'éléments biogènes dans des peuplements méditerranéens de Pinus pinea L. et Pinus brutia Ten. *Ecologia Mediterranea*, 2(7):13-25.

DEAN GUELBENZU M., SANTOZ RUIZ A., 1967 - Oligoelementos en arboles de bosque (Pinus). III - Metodos, parcelas y arboles seleccionados. *Anales de Edafologia y Agrobiologia*, 26:781-800.

DEBAZAC E. F., 1963 - Morphologie et sexualité chez les pins. *Revue Forestière Française*, 4:293-303.

DEBAZAC E. F., 1977 - Manuel des Conifères. E.N.G.R.E.F. Nancy, pp. 172, 79 planches.

DE BELLIS E., CAVALCASELLE B., 1967 - La lotta contro la processionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.) mediante l'uso del *Bacillus thuringiensis* Berliner. *Cellulosa e Carta*, 11:37-42.

DEL FAVERO R., ANDRICH O., DE MAS G., LASEN C., POLDINI L., 1990 -La vegetazione forestale del Veneto. *Prodromi di Tipologia Forestale*. Regione Veneto. Assessorato Agricoltura e Foreste, Dipartimento Foreste.

DEL FAVERO R., DE MAS G., FERRARI C., GERDOL R., LASEN C., MASUTTIL., DE BATTISTI R., PAIERO P., COLPI C., URSO T., ZANOTTO S., 1989- Le pinete litorali nel Veneto. Regione Veneto. Assessorato Agricoltura e Foreste, Dipartimento Foreste.

DEL GUERRA L., 1922 - Il rimboschimento della duna di Feniglia eil surriscaldamento del terreno. *Nuovi Annali del Ministero dell'Agricoltura*, Settembre.

DEL NOCE G., 1949 - Trattato storico scientifico ed economico delle macchie e foreste del Granducato Toscano. Firenze.

DE MARTINI M., 1962 - Rimboschimenti in Campania. Atti del Congresso Nazionale sui rimboschimenti e sui boschi degradati. Vol. II. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.

DE PHILIPPIS A., 1949 - I diradamenti boschivi nella scienza, nella sperimentazione, nell'arte culturale. Universitaria Editrice. Firenze.

DE PHILIPPIS A., 1957-58 - Pinete di pino domestico. In *Lezioni di Selvicoltura speciale*. pp. 186-197. Università di Firenze.

DE PHILIPPIS A., MAGINI E., PIUSSI P., 1966 - Influenza biologica della resinazione. Ricerche sui pini domestico, marittimo e silvestre. *Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali*, Firenze. Vol. XV:435-574.

DI TELLA G., 1946 - Tavola cormometrica del pino domestico della Foresta Demaniale di Cecina. *L'Italia Forestale e Montana*, 1(4):156-7.

DIAMANTOGLIOU S., PANAGOPOULOS I., MUNOZ-FERRIZ A. and RHIZOPOULOUS., 1990 - In vitro Studies of Embryo Growth, Callus Formation and Multiple bud Induction of *Pinus pinea* L. *J. Plant Physiology*, 137(1):58-63.

DJAZIRI A., 1971 - Étude stationnelle du Pin pignon en Italie. I.N.R.F., Tunisie, *Variet. scientif. n. 9*, pp. 94.

DOGAN B., 1991 - Stone Pine in Turkey. Rept. FAO-Silva Mediterranea: Réseau "Pin pignon".

DUPIAS G., 1963 - Carte de la végétation de la France. *Nuovo Giornale Botanico Ital.*, 67:24-62.

ECCHER A., 1972 - Osservazioni comparative su giovani piantagioni di *Pinus radiata* D. Don, *P. pinea*, *P. halepensis* Mill. e *P. canariensis* Smith nei pressi di Roma. *Cellulosa e Carta*, 6:29-42.

ECCHER A., 1974 - Osservazioni dendrometriche ed auxometriche su giovani piantagioni di *Pinus radiata* D. Don, *P. pinea* e *P. halepensis* Mill. nei pressi di Roma. *Cellulosa e Carta*, 7-8:21-36.

EIG A., 1931 - Les éléments et les groupes phytogéographiques auxiliaires dans la flore palestinienne. Dahlem bei Berlin.

ELER Ü., 1986 - (Wood and Yields of *Pinus pinea* plantations in Antalya Region) Antalya bölgesi fistikçami (*Pinus pinea* L.) Ağaçlama Alanlarında Fistik ve Oun Verimi. Ormancılık Arastirma Enstitüsü Yayinlari Tek. Raporlar Serisi, n. 31:113-120.

ESTRADA R., 1984 - L'utilisation de la biomasse forestière dans la forêt méditerranéenne de Catalogne. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 4(135):365-66.

ETIENNE J., 1956 - Le Pin pinier dans le Département du Var. Voyage d'étude en France dans la région provençale. Sous-Commission de coordination des questions méditerranéennes.

FANFANI A., 1973 - Condizione dei pini del litorale marino italiano in relazione ai fattori ecologici. *Collana Verde n. 32*. Minist. Agric. For., Roma.

FARJON A., 1984 - Pines. Drawings and Descriptions of the Genus *Pinus*. E. J. Brill/ Dr. W. Backhuys, Leiden.

- FARRIS G. I., 1983 - California Pignolia: Seeds of *Pinus sabiniana*. *Economic Botany*, 37(2):201-6.
- FASSI B., 1964 - Les altérations foliaires des pins pignons (*Pinus pinea* L.) au Liban attribuées au *Lophodermium pinastri*. *Ist. Naz. Piante da Legno "Giacomo Piccarolo"*. Rept. FAO.
- FEINBRUN N., 1959 - Spontaneous Pineta in the Lebanon. *Bulletin of Resources Council of Israel*, 7D(3/4):132-153.
- FELICINI G. P., 1965 - Rapporti dimensionali tra radice, ipocotilee cotiledoni nella germinazione del seme di *Pinus pinea* L. *Gior. Bot. Ital.*, 72:133-138.
- FENAROLI L., 1962 - Flora mediterranea. Il pino domestico. 1:12-14. Giunti Martello, Milano.
- FENAROLI L., 1970 - Note illustrative della Carta della vegetazione reale d'Italia. Collana Verde, n. 28:40-3. Min. Agric. For., Roma.
- FENAROLI L., GAMBI G., 1976 - Alberi. *Dendroflora Italica*. pp. 126-132. Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento.
- FERNANDEZ A. E., LUJEA M. J., 1961 - Species of *Pinus* in the Estacion Forestal Castelar. *Proc. 1ère Reunion Reg. Conif. Asoc. For. Argentina*. Buenos Aires, pp. 79-86.
- FERRARI L., 1950 - Alcune ricerche sulla biologia dei semi di *Pinus pinea* L. e *P. halepensis* Mill. Tesi di Laurea. *Ist. Selvicoltura*. Università di Firenze.
- FERRARIO G. A., MAGALDI D., RASPI A., 1970 - Osservazioni microfenologiche e sedimentologiche in alcuni paleo suoli dei dintorni di Grosseto. *Atti Soc. Toscana Sci. Natur.*, Pisa.
- FERREIRINHA M. P., 1955 - Identificação de uma doença de *Pinus insignis* Dougl. et de *P. pinaster* Sol. ex Ait. *Estud. Infor. Serv. Flor. Aquic. Portugal*, n. 46-C3, pp. 43.
- FIGUEROA M. E., 1987 - Ecología del pino piñonero en el Parque Nacional de Doñana y ecosistemas del bajo Guadalquivir (SO, España). *II Simposio Nacional sobre pinos piñoneros*. CEMCA, Mexico.
- FILIGHEDDU P., 1962 - Contributo allo studio degli apparati radicali di *Pinus pinea* L. nelle sabbie dunose del litorale settentrionale sardo. *Studi Sassaesi. Annali Fac. Agr. Univ. Sassari*, 10:1-18.
- FINESCHI S., PACI M., 1981 - Importanza delle oleoresine in campoforestale. *Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali*, Firenze. Vol. XXX:285-302.
- FIRAT F., 1943 - Fruit and timber production in four stone pine stands and guidelines for their management. (Monografia in Turco, con riassunto in Tedesco). Ankara.
- FLICHE M., 1886 - Étude sur le Pin pinier (*Pinus pinea* L.). A.F.A.S., Nancy, 15^{ème} Session.
- FONSECA NEVES N., (1987) - *Elythroderma lusitanicum* sp. nov. causing needle and shoot disease on *Pinus pinea* in Portugal. (Ph.D. thesis summary). *Forestry Abstracts*, 48 (4):239-240.
- FRANCINI E., 1958 - Ecologia comparata di *Pinus halepensis* Mill., *Pinus pinaster* Sol. e *Pinus pinea* L. sulla base del comportamento del gametofito femminile. *Annali Accademia Italiana di*

Scienze Forestali, Firenze. Vol. VII:107-173.

FRANCINI CORTI E., 1969 - *Pinus pinea* non è una specie mediterranea dal punto di vista epiontologico. *Archiv. Bot. Biogeog. Ital.*, Vol. XLV, IV Serie, Vol. XIV, Fasc IV:240-258.

FRANCIET A., 1970 - Stimulation de l'ouverture des cônes de pins. Note technique n.13, Inst. Nat. Rech. for., Tunisie, pp 14.

FRATTEGANI M., MENCUCCINI M., MERCURIO R., PROFILI V., 1991 - First Observations on Stone Pine (*Pinus pinea* L.) Root Systems. Poster Sessions, III ISSR Symposium, 2-6 Sept. 1991, Wien.

FREI M., 1938 - Die Gliederung der Sizilianischen Flora und Vegetation und Ihre Stellung im Mittelmeergebiet. Zürich.

FRIEDMAN G., SACHS M., 1989 - Gylat Nursery: Organisation and Growing Methods. *Allgemeine Forst Zeitschrift*, 24-26:672-31.

FUSI M., RADDI P., 1978 - Effects of infection by *Cronartium flaccidum* (Abb. et Schw.) Wint. on inorganic solute concentrations in *Pinus pinaster* Ait. and *P. pinea* L. seedlings. *European Journal of Forest Pathology*, 8(4):268-271.

GABBRIELLI A., 1982 - Ricordi storici sulla "Macchia" di S. Rossore. *L'Italia Forestale e Montana*, 37(5):252-263.

GABBRIELLI A., 1991 - La tenuta di Alberese e i suoi boschi: un esempio di trasformazione del paesaggio. *Cellulosa e Carta*, XLII(4):2-7.

GABBRIELLI A., 1993 - Origine delle pinete litoranee in Toscana. Convegno sulla "Salvaguardia delle pinete litoranee" Regione Toscana. Provincia di Grosseto. Parco Naturale della Maremma. *Accademia Italiana di Scienze Forestali*. Grosseto, 21 - 22 ottobre 1993. Prétirage: pp. 3-10.

GALLARDO MARTIN J., 1978 - El fruto de *P. pinea* en la provincia de Cadiz (España). *Actas del octavo Congreso forestal mundial. La contribucion forestal a la alimentacion. Volumen III:1039-1047. N.FFF/9-7, ICONA, Madrid.*

GALLEGO PALOMERO J. L., 1989 - Establecimiento de un banco germoplasmico de material vegetal forestal y mejora genetica delas especies *Pinus pinea*, *Juglans regia* y *Pistacia vera*. I.N.I.A., Madrid.

GAMBI G., 1983 - Le pinete di pino domestico (*Pinus pinea* L.). *Monti e Boschi*. Le schede., 34(1):I-VIII.

GERRETTSON-CORNELL L., 1972 - La moria del Pino domestico (*Pinus pinea* L.) a S. Rossore (Pisa) nel 1964. *Informatore Botanico Italiano*, 4(2):120-122.

GATTESCHI P., 1973 - Un po' di verde per l'Isola del Giglio. *Monti e Boschi*, 24(3):15-24.

GATTESCHI P., 1975 - La pineta granducale di Alberese, nel Parco dell'Uccellina. *Monti e Boschi*, 24(5/6):37-47.

GATTESCHI P., 1984 - La pineta litoranea di Grosseto: stato attuale e prospettive di conservazione e

di miglioramento. Atti Museo Civico di Storia Naturale, 2:7-12.

GATTESCHI P., MILANESE B., 1988 - Condizioni della vegetazione del litorale toscano a sud di Livorno. *Monti e Boschi*, 39(2):5-10.

GATTESCHI P., MILANESE B., 1989 - Condizioni della vegetazione del litorale toscano a nord di Livorno. *Monti e Boschi*, 40(3):17-24.

GAUSSEN H., 1960 - Les gymnospermes actuels et fossiles. - *Trav.Lab. Forest. Toulouse* 2:1. sect. 6. Genre *Pinus*, 272 p., Toulouse.

GELLINI R., 1973 - Botanica forestale. Vol I. Conifere: *Pinus pinea* L. pp. 140-3. CLUSF, Firenze.

GELLINI R., PAIERO P., 1969 - Osservazioni preliminari sulle cause del deperimento di alcune pinete litoranee toscane. *Bollettino degli Ingegneri*, 12:12-24.

GELLINI R., GROSSONI P., BUSSOTTI F., 1982 - Stato attuale delle ricerche sul deperimento della vegetazione litoranea nella tenuta di San Rossore (Pisa). *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Mem. Serie B.*, n. 89, pp. 319-322.

GELLINI R., PANTANI F., GROSSONI P., BUSSOTTI F., BARBOLANI E., RINALLO C., 1983 - Survey of the deterioration of the coastal vegetation in the Park of S. Rossore in Central Italy. *European Journal of Forest Pathology*, 13(5/6):296-304.

GELLINI R., PANTANI F., GROSSONI P., BUSSOTTI F., BARBOLANI E., RINALLO C., 1985 - Further investigation on the causes of disorder of the coastal vegetation in the park of San Rossore (Central Italy). *European Journal of Forest Pathology*, 15:145-157.

GERSON U., HALPERIN J., SHANOUNI Y., EYAL O., 1976 - The armoured scale insects - Homoptera: Diaspididae - on pines in Israel. *LaYaaran*, 26(1/4):12-16. Hebr. Univ. Jerusalem, Fac. Agric., Rehovot.

GIACHETTI E., PINZAUTI G., BONACCORSI R., VANNI P., 1988 - Isocitrate lyase from *Pinus pinea*. Characterisation of its true substrate and the action of magnesium ions. *European Journal of Biochemistry*, 172(1):85-91.

GIACOBBE A., 1951 - Aspetti biologici e aspetti chimici nella resinazione. *L'Italia Forestale e Montana*, 6:173-6.

GIACOBBE A., 1969 - Rimboschimenti di Sicilia. *L'Italia Forestale e Montana*, 24(3):167-178.

GIACOMINI V., 1968 - Un albero italico nel paesaggio italico (*Pinus pinea* L.). *L'Italia Forestale e Montana*, 23(3):101-116.

GIACOMINI V., BARTORELLI U., DE PHILIPPIS A., 1978 - Studio sulla vegetazione forestale e sulle vocazioni produttive del suolo interessante i territori montani della provincia di Latina. *Accademia Italiana di Scienze Forestali*, Firenze.

GIACOMINI V., FENAROLI L., 1958 - *La Flora*. Touring Club Italiano, Milano.

GIANNINI R., MITTEMPERGER L., RADDI P., 1976 - Stima dell'ereditabilità dell'altezza in giovani semenzali di pino marittimo e pino domestico. *L'Italia Forestale e Montana*, 31(4):142-157.

- GIANNINI R., RADDI P., VANNELLA S., 1978 - Statistical efficiency in *P. pinaster* and *P. pinea* progeny test heritability estimate and its reliability. *Genetica Agraria. Univ. Bari.*, 32(3/4):335-341.
- GIANNINI R., SCARASCIA MUGNOZZA G., BELLAROSA R., 1983 - Influenza del l'anno di maturazione su alcuni caratteri del seme e delle plantule di pino domestico e pino marittimo. *L'Italia Forestale e Montana*, 38(4):173-183.
- GIL L., ABELLANAS B., 1989 - La mejora genetica del pino piñonero. *Montes*, 21:4-12.
- GIL L., PAJARES J., VIEDMA M. G. (de), 1985 - Estudios acerca de la atracción primaria en Scolytidae (Coleoptera) parásitos de coníferas. *Bol. Estac. Centr. Ecol.*, 14(27):107-125. Depart. de Maderas, INIA, Madrid.
- GIORDANO E., 1967 - Qualche osservazione sul l'ecologia del *Pinus pinea* L. *Pubbl. Centro Sper. Agric. For.*, 9:97-105. E.N.C.C., Roma
- GIORDANO G., 1959 - Influenza della resinazione sulle caratteristiche del legno di *Pinus pinea*. *Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali*, Firenze. Vol. VIII:147-164.
- GIORDANO G., 1962 - Montagne e foreste del Libano. *Monti e Boschi*, 13(3):105-122.
- GIORDANO G., 1986 - Tecnologia del legno. Vol. III: Parte prima. 2^{me} Edizione. UTET.
- GIORDANO G., 1990 - Classificazione delle specie legnose per destinazione d'impiego. Sviluppo del Legno S.R.L. - Ministero del l'Agricoltura e delle Foreste, Direzione Generale per l'Economia Montana e per le Foreste.
- GISOTTI G., 1979 - Il deperimento della pineta di Castel Fusano. *Agricoltura e Ambiente*, 1.
- GISLEROD H. R., 1985 - Physical and chemical characteristics of some bark compost with emphasis on N-requirement when growing lettuce. *Meldinger fra Norges Land-brukshogskole*. 64 (10) 11 pp. (En, no, 17 ref.) Agricultural University of Norway, N-1432 As-NLH, Norway. (For. Prod. Abs. vol. n. 9).
- GISOTTI G., DE ROSSI C., 1980 - Il deperimento della vegetazione litoranea nel l'ambito del degrado delle coste italiane. *Ingegnerie Architetti*, 5-6.
- GIULIANI R., SAVI L., 1951 - Frangivento e rimboschimento nella bonifica di Arborea. *Monti e Boschi*, 11/12:499-510.
- GIULIMONDI G., DURANTI G., 1971 - Indagine su un fenomeno di disseccamento in una fascia costiera di pino d'Aleppo e pino domestico. *Cellulosa e Carta*, 24(5):33-45.
- GIULIMONDI G., DURANTI G., 1975 - Osservazioni su un fenomeno di disseccamento su piante di *Pinus halepensis* Mill. e *P. pinea* L. in una fascia costiera su duna sabbiosa calcarea in Comune di Campo Marino (Campobasso). *Arboricoltura da Legno*, 18(4):87-90.
- GIULINI P., RASCIO N., 1973 - Osservazioni sulla solubilizzazione dei granuli di aleurone durante le prime fasi della germinazione di semi di *Pinus pinea*. *Pubbl. Centro Sper. Agric. For.*, 12:91-98. E.N.C.C., Roma.

- GLAVAS M., 1983 - (The occurrence of *Thyriopsis halepensis* (Cooke) Theiss & Syd. on needles of *Pinus pinea* and *P. halepensis*.) Nalazgljive *T. halepensis* (Cooke) Theiss & Syd. na iglicama pinije ialepskog bora. *Zastita Bilja*, 34(4):513-518. Fac. Forest., Zagrebr.
- GODIN P., 1975 - Le Pin pignon (*Pinus pinea* L.) sur différents sols du Languedoc. *Mémoire I.N.A.*, Montpellier, pp. 76.
- GOIDANICH A., 1975 - Marchalina. In *Enciclopedia Agraria Italiana*, REDA, VII:203-4.
- GONZALES VASQUEZ E., 1947 - Selvicultura. Libro primero: Fundamentos naturales y especies forestales. Los bosques ibéricos. Segunda edic. Editorial Dossat, S. A., Madrid.
- GRADI A., 1961 - Raccolta e preparazione delle sementi forestali. *Monti e Boschi*, 10:505-517.
- GRADI A., 1964 - La raccolta dei semi forestali. *Monti e Boschi*, (1):33-42.
- GRADI A., 1965 - Ancora sul problema della meccanizzazione della raccolta dei semi forestali. II Parte. *Monti e Boschi*, (3):21-29.
- GRANETTI B., 1990 - Caratteri morfologici, biometrici e strutturali delle micorrize di *Tuber magnatum* Pico con *Pinus pinea* L. Atti del II Convegno Internazionale sul Tartufo. Spoleto, 24-27 novembre 1988. pp 273-281.
- GRECO M., 1967 - Esperienze nella semina di conifere per via aerea. Atti della XII Giornata della Meccanica Agraria, Bari, 9 settembre 1967.
- GROSSI P., 1974 - Considerazioni e ricerche sulle applicazioni irrigue in campo forestale. *Monti e Boschi*, 25(4):23-32.
- GUERRINI G., 1961 - Il litorale della Maremma grossetana. *L'Universo*, 41(4):698-714.
- GUERRINI G., 1985 - Il Parco della Maremma. Tellini, Grosseto.
- GUSEINOV A. M., 1971 - *Pinus pinea* in Soviet Azerbaijan. *Byull. Glavn. Bot. Sada*, 79:108-110.
- GUSSONE G., 1844 - *Florae Siculae Sinopsis*. Vol. II. pp. 615.
- HAFIZOGLU H., 1989 - Studies on the wood and bark constituents of *Pinus pinea*. *Holzforschung* 43 (1) 41-43. Faculty of Forestry, Black Sea University, 61080 Trabzon, Turkey. (En. 21 ref.) *Forest Products Abstracts* 1991 vol. 14 (3).
- HALLE N., 1979 - Analyse du réseau phyllotaxique des écussons du cône chez *Pinus*. *Adansonia*, 4(18):393-408.
- HALPERIN J., 1969 - Prolonged pupal diapause in *Thaumetopoea wilkinsoni* Tams. *Z. angew. Ent.*, 64:62-64.
- HALPERIN J., 1976 - The pine processionary caterpillar: biology and control. *Spec. Publ. Agric. Res. Orgn*, Bet Dagan 71 (Hebrew, with English summary).
- HALPERIN J., 1985 - Effect of site factors on the population dynamics of the processionary caterpillar *Thaumetopoea wilkinsoni* Tams. in: Bevan, D. and Stoakley, J. T. (Eds) *Site*

Characteristics and Population Dynamics of Lepidopteran and Hymenopteran Forest Pests. Proc. IUFRO Conf. (Dornoch, Scotland, 1980), pp. 104-9.

HANBEKOV I. I., MEZIBOVSKIJ A. M., 1970 - (Plantations of Pines in the coastal zone of the north Caucasus and the Crimea). Lesn.-Hoz., 8:27-30.

HERMANIN DE REICHENFELD L., PAOLETTI I., 1992 - Piano di gestione del complesso demaniale di S. Arcangelo (LT) (1992 - 2001).

HETH D., 1982 - Spot-sowing under shelter and planting of balled and naked-rooted seedlings. La-Yaaran, 32(1-4):13-24, 68-67, Israel.

HETH D., 1983 - Spot-sowing of Mediterranean pines under shelter. Tree Planters' Notes, 34(4):23-27.

HEUERTEAUX P., IBRAHIM M., RAPP M., 1983 - Recherches sur la dynamique de la nappe aquifère d'une dune à Pin pignon (*Pinus pinea* L.) en Petite Camargue. Ecologia Mediterranea, 9(2):59-75.

HUFFEL G., 1919 - Économie forestière. Tome II, Paris.

HUS S., 1954 - (Untersuchungen Über das Harznutzungsverfahren von *Pinus pinea* Lin. und Einige der Wichtigsten Chemischen Eigenschaften Ihres Terpentins) Fistikçamından Terebentin Elde Etme Metodları ve Fistikçami Terebentinin Bazı Önemli Kimyasal Özellikleri Üzerinde Yapılan Arastirmalar. Ziraat Vekaleti, Orm. Umum Mü. gü yay. Seri N. 104, Sira N. 9.

IBRAHIM M., 1979 - Recherches sur la dynamique et le bilan de l'eau d'un écosystème à Pin pignon (*Pinus pinea* L.) sur sable dunaire. Thèse de doctorat ès Sciences, Univ. Sci. Tech. Languedoc, Montpellier, pp. 256.

IBRAHIM M., BERGER A., RAPP M., 1979 - Détermination de la transpiration au moyen de l'eau tritiée. Méthodologie et validité des résultats. Applications à *Pinus pinea* L. Plant and Soil, 52:291-301.

IBRAHIM M., RAPP M., BERGER A., LOSSAINT P., 1980 - Évaluation de la transpiration d'un peuplement de *Pinus pinea* L. en condition naturelle. Acta Oecologica - Oecol. Plant., Vol. 1, 15(4):395-407.

IBRAHIM M., RAPP M., LOSSAINT P., 1982 - Economie de l'eau d'un écosystème à *Pinus pinea* L. du littoral méditerranéen. Annales des Sciences Forestières, 39(3):289-306.

IBRAHIM M., RAPP M., 1979 - Variation spatio-temporelle de la salinité du sol d'un peuplement de Pin pignon (*Pinus pinea* L.) du littoral méditerranéen. Ecologia Mediterranea, 4:49-60.

INFERRERA G., 1909 - Il pino in Sicilia. L'Alpe, 7(1):1-11; 7(2):33-47; 7:120-124.

IKTÜEREN S., 1973 - (Forestry - Public Relations: Importance and Problems of *Pinus pinea* Forests) Orman - Halk İlişkileri Bakımından Fistikçami. Ormançılık Arastirma Enstitüsü Dergisi, Seri. A, Cilt 19, Sayı 2.

IKTÜEREN S., 1976 - (Propagation Some of the Indigenous Pines by Cuttings) Yerli Çam Türlerimizden Bazılarının Çelikle Üretimi. Ormançılık Arastirma Enstitüsü Dergisi, Tek. Bül. N. 78.

- IKTÜEREN S., MUHENDISI O.Y., 1984 - (Morphological and Physiological studies on the cones and seeds of *Pinus pinea* Lin.) *Fistikçami Kozalak ve Tohumuna İlişkin Morfolojik ve Fizyolojik Araştırmalar*. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Tek. Bül. Serisi N. 124.
- INTINI M., RAGAZZI A., 1976 - Un caso di "morte dilagante" nella pineta di Feniglia (Orbetello). *L'Italia Forestale e Montana*, 31(3):108-112.
- ISTAT, 1989 - Serie storica della produzione di pinoli in Italia dal 1964 al 1988. Roma.
- JACAMON M., 1987 - Guide de dendrologie. Tome I: Conifères. ENGREF, Nancy.
- JACKSON J. F., SINSKENS H. F., 1982 - Conifer Pollen contains Phytate and could be a Major Source of Phytate Phosphorus in Forest Soil. *Australian Forest Res.*, 1(12):11-18.
- JEDLOWSKI D., 1957 - (Growing *Pinus pinea* in the nursery by shortening the radicle). *Uzgoi biliaka pinja (Pinus pinea) prikracivanjem koriencica*. *Anali za Eksperimentalno Sumarstvo*, 2:275-285.
- JEDLOWSKI E., 1964 - Le pinete del litorale romagnolo in rapporto alle recenti vicende climatiche. *Boll. Ec. Camera Comm. Agric. Ravenna*, N. 9-10.
- JOLY R., 1975 - Les insectes ennemis des Pins. E.N.G.R.E.F, Nancy.
- JOSSERAND M., 1977 - *Armillariella riuossetii*, sp. nov. on soil near *Pinus pinea* in SE France. *Kew Bulletin*, 31(3):525-527.
- JOVANCEVIC' M., 1957 - The rate of growth and need for more extensive planting of Mediterranean Pines on the S Dalmatian coast. *Sumarstvo*, 10(11/12):723-738.
- KADRO A., 1983 - (Spectral reflectance properties of various vegetation types.) *Untersuchungen des spektralen Reflexionseigenschaften verschiedener Vegetationsbestände*. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 46/47:1254-1256, Freiburg.
- KASAPLIGIL B., 1978 - Past and present Pines of Turkey. *Phytologia*, 40(2):99-199.
- KASIR W. A., AL-HIALY A.S.A., 1988 - (Comparative study of some gross structural features and specific gravity of four pines for using in pulp and paper making) *Mesopotamia Journal of Agriculture*, 20 (2) 145-161 (Ar, en, 25 ref.) Department of Forestry, College of Agriculture and Forestry, Mosul University, Iraq (For. Prod. Abs. 1990, vol. 13).
- KASIR W. A., AL-HIALY A.S.A., 1989 - (Comparative study of some anatomical properties of four pines for using in pulp making) *Mesopotamia Journal of Agriculture*, 21 (1) 191-207 (Ar) (Ar, en, 21 ref.) Dept. of Forestry, College of Agric. and Forestry, Mosul Univ. Iraq, Hammam Al-Alil, Mosul, Iraq. (For. Prod. Abs. 1993, vol. 16 n. 2).
- KATTOULAS M. E., KOEHLER C. S., 1965 - Studies of the irregular Pine scale. *Jour. Econom. Entom.*, 58(4):727-730.
- KAUL R. N., 1970 - Afforestation in arid zones. Dr. W. Junk N. V. Publ. The Hague.
- KAYACIK M., 1954 - Pines in Turkey and its distribution. *Istanbul, Univ. Orm. Fak., Derg.*, 4[^] (1/2):44-64.

- KAYACIK M., 1957 - Local occurrence of *Pinus pinea* at Gemlik, sea of Marmora. Instambul, Univ. Orm. Fak., Derg., 7^{ème} (1):7-21.
- KLAUS W., 1989 - Mediterranean Pines and their history. *Plant Systematics and Evol.*, 162:133-163, Springer Verlag.
- KRONKA F. J. N., EMMERICH W., KRONKA S. N., 1976 - Ensaio de competiçao de espécies de *Pinus* em duas regioes do Vale do Paraiba. *Sylvicultura em Sao Paulo*, 10:37-43. Inst. For. Sao Paulo, Brazil.
- KUHNHOLTZ-LORDAT G., 1923 - Essai de geographie botanique sur les dunes du golfe du Lion. Thèse, Paris.
- LAATSCH W., 1967 - Beziehungen zwischen Standort, Ernährungszustand und Wuchsleistung von Kiefernauaufforstungen im Mittelmeergebiet. *Forstwiss. Centralblatt*, 86:69-81.
- LABADIE J., 1983 - Étude des exigences écologiques du Pin pignon en région méditerranéenne française. Mém. 3e année E.N.I.T.E.F., CEMAGREF. Aix-en Provence.
- LAGUNA M., 1883 - Flora forestale española. Madrid.
- LA MARCA O., 1984 - Le pinete della Feniglia. *Ricerche Sperimentali di Dendrometria e Auxometria*. Istituto di Assestamento e Tecnologia Forestale, Università di Firenze. 8:81-108.
- LA MARCA O., 1989 - La pineta della "Duna Feniglia". *Cellulosa e Carta*, 2:37-47.
- LAMOND M., MOUSAIN D., (s.d.) - Dispositif de culture de plantes entières sur caisson à aérosol nutritif. 488-493. *Lab. Phytomorphogen. Exper. Univ. Clermont II, Clermont-Ferrand*.
- LANGE W., WEISSMAN G., 1991 - Untersuchungen der Harzbalsame von *Pinus resinosa* Ait und *Pinus pinea* L. (Gum oleoresins of *Pinus resinosa* and *Pinus pinea*). *Holz als Roh- und Werkstoff*. 49 (12):476-480. Ordinariat für Holztechnologie (De, en, 9 ref.) (With English captions). *Forest Products Abstracts 1992 vol. 15*.
- LAPUCCI P.L., GELLINI R., PAIERO P., 1972 - Contaminazione chimica del l'acqua marina quale causa della moria dei pini lungo le coste tirreniche. *Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze*. Vol. XXI:323-358.
- LARCHER W., 1992 - Effetti delle basse temperature sulle piante sempreverdi mediterranee. *L'Italia Forestale e Montana*, 46(1):1-14.
- LEEWEN J. van, 1970 - The genetic improvement of *P. pinea* in Tunisia. *Reforestation Inst., Tunis*. *FAO Docum. Currentindex 1970(Sept.) n. 11310 I.F.B.*
- LETREUCH BELAROUCI N., 1991 - Les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir. 2 Voll. *Office des Publications Universitaires. Alger*.
- LIGUORI A., 1928 - Il rimboschimento della "Duna Feniglia" presso Orbetello. *L'Alpe*, 15(8):251-264.
- LIPHSCHITZ N., LEV-YADUN S., ROZEN A., WAISEL Y., 1982 - On the Origin of some Israeli Conifers. *La Yaaran*, 32(1/4):2.

- LIPHSCHITZ N., LEV-YADUN S., 1986 - Cambial activity of evergreen and seasonal dimorphics around the Mediterranean. *IAWA Bull.*,7(2):145-153.
- LISO R., 1965 - Prove di germinazione di semi di *Pinus pinea* albuio. *Giornale Botanico Italiano*, 72:148-152.
- LITTLE E.L., CRITCHFIELD W.B., 1969 - Subdivision of the genus *Pinus* (Pines). - U.S. Dept. Agric. Forest Service, Misc. Publ.1144:1-51.
- LOISEL R., 1967 - Germination du Pin pignon au niveau de certaines associations végétales. Contribution à l'étude biologique des pins de la Basse Provence. *Bull. Soc. Botan. de France*, 114(5/6):163-174.
- LOISEL R., 1968 - Phénologie du Pin pignon. *Ann. Sci. Nat. Arch. Toulon et du Var*, pp. 63-72.
- LOISEL R., 1968 - Possibilités d'extension des aires de répartition de *Pinus halepensis*, *P. mesogeensis* et *P. pinea*. *Ann.Sci. Nat. Arch. Toulon et du Var*, pp. 83-92.
- LOISEL R., 1976 - Place et rôle des espèces du genre *Pinus* dans la végétation du sud-est méditerranéen français. *Ecologia Mediterranea*, 10(2):131-152.
- LOJACONO POIERO M., 1904 - *Flora sicula*. Vol II., part. II,Palermo, pp. 400.
- LONGHI G., 1952 - Tavole di cubatura del pino nero, pino domesticoe pino marittimo dei boschi emiliani. *L'Italia Forestale e Montana*, 7(2):104-5.
- LONGHI G., 1970 - A Ravenna una pineta da salvare. *L'Italia Forestale e Montana*, 25(6):300-303.
- LONGO N., NALDINI LONGO B., 1975 - Observations on the fine structure of the haustorium of *Melampsora pinitorqua* Rostr. incells of *Pinus pinea*. *Caryologia*, 3(2):323-358.
- LONGO N., MORIONDO F., NALDINI LONGO B., 1976 - Osservazioni istologiche su alcune fasi dello sviluppo di *Cronartium flaccidum* su *Pinus pinea*. *Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali*, Firenze. Vol. XXV:43-74.
- LONGO N., MORIONDO F., NALDINI LONGO B., 1976 - Osservazioni su uno sviluppo particolare di *Cronartium flaccidum* su *Pinus pinea*. *Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali*, Firenze. Vol.XXV:167-186.
- LONGO N., MORIONDO F., LONGO B., 1982 - Ultrastructural observations on the host-pathogen interface in infections of *Cronartium flaccidum* on pine. *Caryologia*, 35(3):307-326.
- LONGO B., LONGO N., MORIONDO F., DROVANDI F., 1985 - Observations on some Italian provenances of *Melampsora populnea*. I. Studies for identification of *Melampsora pinitorqua* and *M. larici-tremulae*. *European Journal of Forest Pathology*, 15(7):432-444.
- LORENZINI G., GAMBOGI P., 1976 - Un caso di "moria" di *Pinus pinea* associata alla presenza di *Verticicladiella* sp. *Informatore Fitopatologico*, 26(5):5-8.
- MACCHIA F., 1964 - Primi processi di germinazione in *Pinus pinea* L. var. *fragilis* Duhamel. *Giornale Botanico Italiano*, 71:269-279.

MACCHIA F., 1973 - Analisi cariotipica di *Pinus pinea* e *Pinus pinea* cv. *fragilis*. Pubbl. Centro Sperim. Soc. Agric. For., 12:119-125. E.N.C.C., Roma.

MADAR Z., 1989 - Forest Diseases in Israel. *Allgemeine ForstZeitschrift.*, 24-26:676.

MADAR Z., REUVENI R., 1981 - The relation of *Sclerotium bataticola* Taub. (*Macrophomina phaseolina*) to mortality of pine nursery stock. *La Yaaran*, 31(1/4):32-35,43.

MAGINI E., 1955 - Sulle condizioni di germinazione del pino d'Aleppo e del pino domestico. *L'Italia Forestale e Montana*, 10(3):106-124.

MAGINI E., 1957 - Riconoscimento pratico dei semi e delle piantine forestali. *L'Italia Forestale e Montana: Note pratiche*, 12(3):130-142.

MAGINI E., 1957 - Riconoscimento pratico dei semi e delle piantine forestali. *L'Italia Forestale e Montana: Note pratiche*, 13(5):240-263.

MAGINI E., 1958 - Recherches sur le gemmage des pins méditerranéens. Rapport présenté à la Séance de la Commission "Silva Mediterranea" FAO, Madrid.

MAGINI E., 1958 - Expériences de génétique sur les pins méditerranéens. Paper of the 12th IUFRO Congress, Oxford 1956, London.

MAGINI E., 1962 - Provvista del seme, metodi di analisi e trattamenti per accelerare la germinazione. *Monti e Boschi*, 13(11/12):527-534.

MAGINI E., 1965 - Esperienze sul l'innesto all'aperto del pino domestico. Atti del Convegno sulla Propagazione delle specie legnose. Tipocolor, Firenze.

MAGINI E., 1966 - Grafting Umbrella pine (*Pinus pinea* L.) in the open. VI Congr. Forest., Madrid.

MAGINI E., 1967 - Ricerche sui fattori della rinnovazione naturale del l'Abete bianco sull'Appennino. *L'Italia Forestale e Montana*, 6:261-270.

MAGINI E., GIANNINI R., 1971 - Prime osservazioni sulla produzione di strobili e semi di un parco di cloni di pino domestico (*Pinus pinea* L.). *L'Italia Forestale e Montana*, 26(2):63-78.

MAGINI E., MORANDINI R., 1965 - La foresta di Migliarino Pisano. *Collana Verde*, n. 19. Min Agric e For., Roma.

MAGINI E., AMMANNATI R., 1989 - Sulla stima del tasso di autofecondazione in *Pinus pinea* L. attraverso la frequenza di piante con pinoli premici. *Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali*, Firenze. Vol. XXVIII:133-141.

MAGNANI G., 1967 - Necrosi e morie in conifere causate da *Diplodiapinea*. Pubbl. Centro Sper. Agric. For., 9:209-220. E.N.C.C., Roma.

MAGNANI G., VERONA O., 1968 - Sulla identità di *Sphaeropsis necatrix* Petri et Adani con *Diplodia pinea* (Desm.) Kickx. Pubbl. Centro Sper. Agric. For., 10:103-110. E.N.C.C., Roma.

MANCINI F., 1954 - I terreni sulle formazioni sabbiose di Orbetello. *Annali Accademia Italiana di*

Scienze Forestali, Firenze. Vol. II:33-50.

MANCINI F., 1956 - Contributo alla geopedologia della Macchia di Migliarino (Pisa). *Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali*, Firenze. Vol. V:301-331.

MANNOZZI TORINI L., 1962 - Il rimboschimento dei calcari bianchi e rossi del Cretaceo nelle Marche. *Atti del Congresso Nazionale su i rimboschimenti e sulla ricostituzione dei boschi degradati*, Vol.II. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.

MARACCHI G., 1983 - Telerilevamento e agricoltura. *L'Italia Agricola*, 120: 17-24.

MARTI J., 1961 - Report from the Department of Lands and Forests of Santa Fé province. (Espagn.) *1ère Reun. Reg. Conif. Asoc. For. Argent. Buenos Aires*, pp. 185-191.

MASCIA V., 1994 - Le pinete di *Pinus pinea* L. subnaturali e artificiali di Portixeddu (Sardegna sud-ovest). Tesi di Laurea. Istituto di Selvicoltura. Università degli Studi di Firenze, pp.77.

MASETTI C., 1989 - Ulteriori osservazioni sulla rinnovazione naturale di pino domestico nella pineta granducale di Alberese. Tesi di Laurea. Istituto di Selvicoltura. Università degli Studi di Firenze.

MASETTI C., MENCUCCHINI M., 1991 - Régénération naturelle de Pin pignon (*Pinus pinea* L.) dans la Pineta Granducale di Alberese (Parco Naturale della Maremma, Toscana, Italie). *Ecologia Mediterranea*, XVII:103-118. Marseille.

MASINI G., 1956 - Osservazioni sui rimboschimenti dell'Isola d'Elba. *Monti e Boschi*, 7(6):261-270.

MASINI G., 1959 - I rimboschimenti dell'Isola d'Elba: considerazioni sulle specie legnose impiegate. *Monti e Boschi*, 10(1):10-18.

MASUTTI L., 1969 - Pinete dei litorali e *Blastophagus piniperda* L.: una difficile convivenza. *Monti e Boschi*, 20(3):15-27.

MENCUCCHINI M., 1987 - Nuove osservazioni sulla rinnovazione naturale di pino domestico nella Pineta Granducale di Alberese. Tesi di Laurea. Università degli Studi di Firenze.

MENDEL Z., 1985 - Predation of *Orthotomicus erosus* (Col.Scolytidae) by the Syrian woodpecker (*Picoides syriacus*, Aves, Picidae). *Z. angew. Ent.*, 100:355-360.

MENDEL Z., 1989 - Major Pests of Man-Made Forests in Israel: Origin, Biology, Damage and Control. *Allgemeine Forst Zeitschrift*, 24-26:683-689.

MENDEZ MARCO M. T., MENDEZ MARCO M., SANZ MUGNOZ M., 1983 - Inhibidores de porfobilinogenasa de semillas de *Pinus pinea* en germinacion. *Anales de Edafologia y Agrobiologia*, 42(1/2):305-314.

MENENDEZ AMOR J., 1951 - La végétation tardiglaciaire dans les Pyrénées centrales françaises et en Espagne septentrionale. *9th Internat.Bot. Congr.*, Montreal.

MENENDEZ AMOR J., 1959 - Una piña fossil nueva del Plioceno de Málaga. *Boll. R. Soc. Esp. Est. Nat.*, 49B(1/3):193-5.

MENENDEZ AMOR J., FLORSCHUTZ F., 1959 - La végétation tardiglaciaire dans les Pyrénées

centrales françaises et en Espagne septentrionale. B. Espagne Septentrionale. 9th International Botanic Congr. Montreal.

MENGHINI A., VENANZI G., 1977-1978 - I canali resiniferi in plantule di *Pinus pinea* L. a vari stadi di sviluppo. *Annali della Facoltà di Agraria. Università degli Studi di Perugia*, 2(32):785-797.

MERCURIO R., 1989 - Notes sur la sylviculture du Pin pignon (*Pinus pinea* L.) en Italie. Reunion sobre Selvicoltura, Mejora y Produccion de *Pinus pinea*. Session on "Sylvicultural practices on *Pinus pinea* stands". INIA-CEE. Madrid 11-12 Diciembre, 1989.

MERENDI A., 1921 - Impianto e coltura del pino da pinoli. *L'Alpe*, 8(1/2):1-7; 8(3):39-46.

MERENDI A., 1931 - Il pino domestico (*Pinus pinea* L.). *L'Alpe*, 6(18):295-310.

MERENDI A., 1957 - Il pino domestico. *L'Italia Agricola*, 94(1):65-76.

MESCHINI A., 1959 - Tavola dendrometrica del pino domestico di S.Rossore cresciuto in fustaia coetanea. *L'Italia Forestale e Montana*, 14(5):188-195.

MESSERI A., 1959 - Contributo alla conoscenza dei meccanismi anatomici e fisiologici della resinazione. I. Alterazioni anatomiche in legno resinato e tamponato di *Pinus pinea*. *Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze*. Vol. VIII:203-236.

MESSERI A., SAYA I., 1959 - Contributo alla conoscenza dei meccanismi anatomici e fisiologici della resinazione. II. Localizzazione della resina e turgore cellulare da ferita. *Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze*. Vol. VIII:227-236.

MESSERI A., SAYA I., 1960 - Contributo alla conoscenza dei meccanismi anatomici e fisiologici della resinazione. III. Meccanismi di immobilizzazione e di drenaggio della resina inseguito a ferita. *Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze*. Vol. IX:153-166.

MEUSEL H., JAGER E., WEINERT E., 1965 - Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischer Flora. Jena.

MIGLIACCIO E., GASPARRINI G., ALBONETTI S. G, (s.d.) - Experimental trials on direct seedling in Italy. No. FID I/17 -13, ii + 21 pp. EUTECO, Roma.

MIOZZO M., 1985 - Risultati di progeny-test di pino domestico (*Pinus pinea* L.). Tesi di Laurea. Università di Firenze.

MIROV N. T., 1967 - The Genus *Pinus*. Ronald Press. New York.

MITTEMPERGER L., RADDI P., 1977 - Variations of diverse sources of *Cronartium flaccidum*. *European Journal of Forest Pathology*, 7(2):93-8.

MOLINIER R., 1953 - Observations sur la végétation de l'Isthme de Giens. *Bull. Mus. Nat. de Marseille*, XIII.

MOLINIER R. et R., 1970 - La forêt méditerranéenne en Basse-Provence. *Laboratoire de biologie végétale. Fac. des SC; de Luminy - Marseille* - p. 37.38.

MOLINIER R., TALLON G., 1965 - Études botaniques en Camargue. I. La Camargue pays de dunes.

II. Vers la forêt en Camargue. *La Terre et la Vie*, 12:1-192.

MOLINIER R., 1970 - La forêt méditerranéenne en Basse-Provence. Laboratoire de biologie végétale. Fac. de Sci. de Luminy. Marseille, pp. 37-38.

MONTERO L., 1989 - Los pinares de la Meseta de Castilla y Leon. Reunion sobre Selvicultura, Mejora y Produccion de *Pinus pinea*. Madrid - Valladolid, 11 y 12 de Diciembre, 1989. INIA - Comisionde las Comunidades Europeas.

MONTERO G., GOMEZ J. A., 1988 - Notas sobre el *Pinus pinea* en España. Encontro sobre o Piñeiro manso. Alcacer do Sal. Portugal.

MONTERO GONZALES G., GOMEZ LORANCA J.A., 1989 - Problemas selvícolas del *Pinus pinea* L en España. Reunion sobre Selvicultura, Mejora y Produccion de *Pinus pinea*. Madrid -Valladolid, 11 y 12 de Diciembre, 1989. INIA - Comision de las Comunidades Europeas.

MONTIEL PINILLA F., 1963 - Choice of species for afforesting dunes (in Spagnolo). II Asamblea Téc. Forest. Minist. Agric., Madrid,27:475-8.

MONTOYA R., ROBREDO F., 1967 - Anomalias en el desarrollo de *P. pinaster* Sol., *P. pinea* L. y *P. halepensis* Mill. Boletin del Servicio de Plagas Forestales, pp. 103-108.

MONTOYA OLIVER J.M., 1990 - El pino piñonero. *Agroguías Mundi-Prensa*, pp. 98. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

MORANDINI R., 1970 - Selezione di boschi da seme di conifere mediterranee. *Annali Istituto Sperimentale per la Selvicultura*, Arezzo. 1:387-403.

MORANDINI R., 1973 - Sintesi dal Libro Nazionale dei Boschi da Seme. *Annali Istituto Sperimentale per la Selvicultura*, Arezzo.4:111-165.

MORIONDO F., 1951 - La ruggine curvatrice dei germogli sul pino domestico. *L'Italia Forestale e Montana*, 6(6):314-17.

MORIONDO F., 1954 - Un pericolo per il pino: la vicinanza del pioppo. *Monti e Boschi*, 5(4):169-172.

MORIONDO F., 1956 - Ricerche sulla *Melampsora pinitorqua* Rostr. inItalia. *Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali*, Firenze.Vol. V:263-282.

MORIONDO F., 1961 - Ripetizione sperimentale del ciclo biologico di *Melampsora pinitorqua* Rostr. *L'Italia Forestale e Montana*,26(2):73-7.

MORIONDO F., 1963 - Nuovi reperti fitopatologici nei boschiitaliani. *Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali*, Firenze.Vol. XII:313-345.

MORIONDO F., 1963 - Il problema della ruggine vescicolosa del pino in Italia. *Monti e Boschi*, 14(1):8-15.

MORIONDO F., 1975 - Caratteristiche epidemiche della ruggine vescicolosa del pino : *Cronartium flaccidum* (Alb. et Schw.) Wint.,in Italia. *Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali*,Firenze. Vol. XXIV:331-406.

- MORIONDO F., 1989 - Introduzione alla Patologia Forestale. UTET.Torino.
- MORIONDO F., VAGNILUCA S., 1993 - Stato fitosanitario delle pinete litoranee in Italia: malattie fungine e danni da inquinamento. Convegno sulla "Salvaguardia delle pinete litoranee" Regione Toscana. Provincia di Grosseto. Parco Naturale della Maremma. Accademia Italiana di Scienze Forestali. Grosseto, 21 - 22 ottobre 1993. Prétirage: pp. 27-40.
- MOSSA L., 1990 - La vegetazione forestale del campo dunale di Buggerru-Portixeddu (Sardegna occidentale). Studi sul territorio. Ann. Bot. (Roma), Vol. XLVIII, Suppl.(7):291-306.
- MOULALIS D., BASSIOTIS C., MITSOPOULOS D., 1975 - Controlled pollinations among pine species in Greece. Laboratory of Forest Genetics and Forest Tree Breeding. Aristotelian University of Thessaloniki, Pub. N. 1:38 pp.
- MOULOPOULOS CH., 1964 - Lectures in Silviculture. Part I and IV. Thessaloniki.
- MUGHINI G., 1979 - Indagine preliminare su storia, struttura e selvicoltura della pineta di pino domestico di Migliarino Pisano. Tesi di Laurea. Istituto di Selvicoltura. Università degli Studi di Firenze.
- MURADOV A. A., 1971 - Features of the development of the rootsystems of introduced conifers in the Karabakh plain (Soviet Azerbaijan). Tr. Azerb. n. II Lesn. Khoz. I. Agrolesiomeliior., 10:109-119.
- NAVEH Z., STEINBERGER E. H., CHAIM S., ROTMANN A., 1980 - Photochemical air-pollutants - a threat to Mediterranean coniferous forests and upland ecosystems. Envir. Conser., 7(4):301-9.
- NICCOLI A., TIBERI R., 1985 - Impiego di *Bacillus thuringiensis* Berliner nel controllo di insetti dannosi in ambienti agrari e forestali. Redia, Vol. 68:305-322.
- NICOTRA, 1897 - Variazioni recenti della flora messinese. Nuovo Giornale Botanico Italiano, 11:38.
- NUCCIOTTI F., MANDRIOLI P., 1969 - Inquinamento atmosferico e clima. Ricerche condotte nelle pinete ravennate e nel litorale adriatico. Boll. Econom. CCIAA Ravenna, n. 6.
- OOHATA S., SHIDEI T., MUROGA T., TAKENAKA T., 1977 - Infrared spectroscopic analysis on the resin of genus *Pinus*. Journ. of the Japanese Forestry Society, 59(4):122-6.
- OPPENHEIMER H. R., SHOMER-ILAN A., 1964 - A contribution to the knowledge of drought resistance of Mediterranean Pine trees. Mitt. Florist.-Soziol. Arbeitsgemeinschaft., 10:42-55.
- OPPENHEIMER H. R., 1967 - Mechanisms of drought resistance in Conifers of the Mediterranean zone and the arid West of the U.S.A. Part I. Physiological and anatomical investigation. Final report on Project n° A10-FS7, Grant n° FG-Is-119. Faculty of Agriculture, Hebrew University of Jerusalem, Rehovot.
- OTTONE J. R., 1961 - Small-scale experiment in bare-root planting of different Pines. (Proc.) (Espagn.) 1a Reun. Reg. Conif. Asoc.For. Argent. Buenos Aires, pp. 9-11.
- PADULA M., 1968 - Ricerche sulle condizioni ecologiche dei boschidi San Vitale e di Classe (Ravenna), ai fini del loro miglioramento culturale, con saggi di esame degli apparati radicali di *Pinus* e

- Quercus. Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze. Vol. XVII:173-246.
- PADULA M., 1979 - Criteri naturalistici dei rimboschimenti nellaregione mediterranea italiana. *Informatore Botanico Italiano*, 11:361-389.
- PAIERO P., 1971 - Sul deperimento della pineta litoranea di Cecina. *L'Italia Forestale e Montana*, 26(5):196-207.
- PALUMBO S., 1972 - Rilevamento pedologico di dettaglio della pianadi Alberese (GR). Tesi di Laurea. Fac. Agraria e Forestale. Università degli Studi di Firenze.
- PAPAIOANNOU I., 1935 - *Pinus halepensis* Mill., *Pinus pithyusa* Ster. and *Pinus brutia* in Greece. Dasiki Zoi, Athens.
- PAPAMICHOS N. et alii, 1986 - Ecological study and use of natural resources of the Strofilia Forest. N W. Peloponnesos. Dept of Forestry and Nat. Enviro. Univ. Thessaliniki. Dept. Biology Univ.of Patras.
- PAPARATTI B., PRESTININZI M., 1988 - Il blastofago distruttore grave minaccia per le pinete mediterranee. *Giornale diAgricoltura*, 98(39):33-8.
- PARDOS CARRION J. A., ABELLANAS OAR B., 1988 - El pino piñonero: especie forestal de interes fruticola. *Frut, Revista de Fruticultura*, vol. III (3):162-173.
- PARENTE E., 1953 - L'attività di rimboschimento nella provincia di Grosseto. *Monti e Boschi*, 4(9):396-403.
- PARLATORE F., 1867 - *Flora Italiana*. Vol. IV, part. I. Firenze.
- PARRA ORTUM J. L., 1980 - Creacion de huertos semilleros de Pino carrasco e injertos de Pino piñonero sobre carrasco, en la provincia de Murcia. *Boletin de la Estacion Central de Ecologia*. INIA. Min. de Agricultura, vol. IX (18):15-23.
- PASQUALINI P., PANARA F., ANTONIELLI M., 1992 - Acid phosphatase activity in *Pinus pinea* - *Tuber albidum* ectomycorrhizal association. *Canadian Journal of Botany*. *Revue canadienne de botanique*, 70(7):1377-1383.
- PAVARI A., 1925 - La selvicoltura in Toscana: I - Sguardograduale; II - I forteti di Maremma; III - Le pinete litoranee. *Giornale degli Agricoltori*.
- PAVARI A., 1928 - I benèfici effetti della potatura nelle pinete domestiche. *L'Alpe*. p. 283.
- PAVARI A., 1931 - Sulla vegetazione del pino marittimo e del pino domestico nei terreni calcarei. *L'Alpe*, 18(11):541-550.
- PAVARI A., 1954 - Pino domestico. *Monti e Boschi*, 5(11-12):543-547.
- PAVARI A., 1955 - Sul trattamento delle fustaie di pino domestico (*Pinus pinea* L.). *Atti del Congresso Nazionale di Selvicoltura*. Firenze, 14-18 marzo 1954. Volume I: Relazioni, pp. 69-97. Tipografia Coppini & C., Firenze.
- PEPE G., 1939 - La foresta demaniale "Duna Feniglia" e la tecnica dei rimboschimenti delle sabbie

mobili. *Rivista Forestale Italiana*, 1(9):15-27.

PERRIN H., (1954) - *Sylviculture*. Tome II. Traduzione italiana annotata a cura di BERNETTI G. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze. 1986.

PERUZZI A., MAZZONCINI M., CIOMEI D., SENESI G., 1989 -Meccanizzazione delle operazioni di raccolta degli strobili di pino domestico (*Pinus pinea* L.). Nota 1. Macchine e attrezzature,cantieri ed organizzazione del lavoro. *Rivista di Ingegneria Agraria*, 20(3):165-173.

PERUZZI A., MAZZONCINI M., CIOMEI D., SENESI G., 1989 -Meccanizzazione delle operazioni di raccolta degli strobili dipino domestico (*Pinus pinea* L.). Nota 2. Risultati produttivi eprime valutazioni degli effetti delle vibrazioni sulle piante.*Rivista di Ingegneria Agraria*, 20(4):234-239.

PICCIOLI L., 1923 - *Selvicoltura*. Unione Tipografica Editoriale,Torino.

PIEGAI F., UZIELLI L., 1988 - La raccolta degli strobili di *Pinus pinea* con macchina vibratrice: ricerche sperimentali e valutazioni tecniche sui tempi di lavoro. *Quaderni del l'Istituto diAssestamento e Tecnologia forestale*, Fasc. 3:36-54. Università degli Studi di Firenze.

PIGNATTI S., 1982 - *Flora d'Italia*. Edagricole. Bologna.

PILLET P., 1973 - Le Pin d'Alep, le Pin pignon en Bas-Rhône Languedoc. n. 67:13-17.

PILLOSU E., 1959 - Un inedito rapporto cinquecentesco sulla difesa costiera della Sardegna, di Marco Antonio Camos. *Nuovo Bollettino Bibliografico Sardo*.

PIOU D., 1979 - Importance de la mycorhisation dans la résistance au calcaire de diverses espèces forestières. *Revue Forestière Française*, 31(2):116-125.

PIOVESAN G., PELOSI C., SCHIRONE A. and SCHIRONE B., 1993 -Taxonomic evaluations of the genus *Pinus* (Pinaceae) based on electrophoretic data of salt soluble and insoluble seed storage proteins. *Plant Syst. Evol.* 186:57-68.

PITA CARPENTER P. A., 1966 - Clasificacion provisional de las calidades de la estacion en las masas de pino piñonero. *Anal.Inst. Forest. de Investig y Experiencias*, pp. 171-182.

PITA CARPENTER P. A., 1966 - Crecimiento y produccion de las masas forestales españolas. *Anal. Inst. Forest. de Investig. y Experiencias*, pp. 183-206.

PIUSSI P., 1978 - Il paesaggio forestale a Migliarino. *L'Informatore Botanico Italiano*, 10(2):325-327.

PIUSSI P., PRANZINI G., SANESI G., 1993 - Disponibilità idriche e condizioni delle pinete di pino domestico della Provincia di Grosseto. Convegno sulla "Salvaguardia delle pinete litoranee"Regione Toscana. Provincia di Grosseto. Parco Naturale della Maremma. Accademia Italiana di Scienze Forestali. Grosseto, 21 -22 ottobre 1993. Prétirage: pp. 21-26.

PIVI R., 1957 - Effetti della potatura mediante de gemmazione su *Pinus pinea* L. *L'Italia Forestale e Montana*, 12(2):80-92.

PIVIDORI M., CHERUBINI P., 1988 - Analisi degli anelli annuali per valutare l'eventuale influenza della scuotitura meccanica degli strobili sul l'accrescimento diametrico di popolazioni di *Pinus pinea* L.

Quaderni del l'Istituto di Assestamento e Tecnologia forestale, Fasc. 3:55-64. Università degli Studi di Firenze.

PLAISANCE G., 1977 - Le Pin parasol. La Forêt Privée, 115:47-51.

POISSONET P., DENELLE N., GALAN M. J., 1982 - Étude monographique du domaine du Petit Saint-Jean. CNRS - Dept. Ecol. Gen. et Section des Herbiers, Centre d'Etud. Phytos. Ecol. L. Emberger, Montpellier.

POLGE H., 1978 - Étude de la qualité du bois de Pin pignon. Inst. Nat. Rech. Agron. Centre National de Recherches forestières. Station de Recherche sur la Qualité des Bois, Champenoux, Nancy; pp. 10.

PONS A., 1961 - Analyse botanique du contenu d'une amphore antique découverte au large du cap d'Agde (Hérault). *Naturalia Monspeliensia*, 13:43-50.

PORCELLI ARMENISE V., TELESCA M. A., 1964 - Coltura in vitro di ovuli di *Pinus pinea* L. *Giornale Botanico Italiano*, 71:269-279.

PORCELLI ARMENISE V., 1965 - Modificazioni anatomiche ed istologiche in apici radicali in plantule di *Pinus pinea* L. germinate in vitro al buio da semi immaturi. *Giornale Botanico Italiano*, 72:160-8.

POST G. E., 1933 - Flora of Syria, Palestine and Sinai. 2nd ed. rev. by DINSMORE J. E., Beirut.

POUPON H., 1970 - Sur la croissance de quelques espèces de pins dans ses rapports avec le climat du nord de la Tunisie. Thèse 3^{ème} Cycle. Fac. Sci. Orsay, pp. 129.

POZZERA G., 1959 - Rapporti fra produzione di strobili in *Pinus pinea* L. ed andamento stagionale. *L'Italia Forestale e Montana*, 14(5):196-206.

PROFILI V., 1993 - Analisi morfologiche degli apparati radicali di pino domestico (*Pinus pinea* L.) nella pineta di Alberese. Tesi di Laurea. Istituto di Selvicoltura. Università degli Studi di Firenze.

PRUS GLOWACKI W., SWEYROWSKI J., 1985 - Serological investigations of european pine species. *Silvae Genetica*, 34(4/5):162-170.

QUEZEL P., 1979 - Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen. pp. 205-255. Lab. Bot. Ecol. Médit. Univ. Aix-Marseille III. Marseille.

RADDI P., FAGNANI A., 1978 - Miglioramento genetico del pino per la resistenza alla ruggine vescicolosa: controllo ed efficacia della densità di inoculo. *Phytopatologia Mediterranea*, 17(1):8-13.

RADDI P., FAGNANI A., 1978 - Relative susceptibility to blister rust caused by *Cronartium flaccidum* of several species of pine. *European Journal of Forest Pathology*, 8(1):58-61.

RADDI P., FAGNANI A., 1981 - Ritmo di accrescimento di semenzali di pino domestico e di pino marittimo infetti da ruggine vescicolosa, in vivaio. *Phytopatologia Mediterranea*, 20(1):33-7.

RADDI P., MITTEMPERGER L., MORIONDO F., 1979 - Prove di inoculazione artificiale di semenzali di pino domestico e di pino marittimo con *Cronartium flaccidum* (1974-1978). *Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali*, Firenze. Vol. XXVIII:85-104.

- RADDI P., MITTEMPERGER L., MORIONDO F., 1979 - Testing of *Pinus pinea* and *P. pinaster* progenies for resistance to *Cronartium flaccidum*. *Phytopathology*, 69(6):679-681.
- RADDI P., POWERS H. R. Jr., 1982 - Relative susceptibility of several European species of pine to fusiform rust. *European Journal of Forest Pathology*, 12(6/7):442-7.
- RAGAZZI A., RADDI P., 1986 - Blister rust of two needled Pines in Italy: biology and genetic improvement for resistance. 18th IUFRO World Congress, Div. 2, Vol. 1, Ljubljana.
- RAMBAL S., IBRAHIM M., RAPP M., 1984 - Variabilité spatiale des variations du stock d'eau du sol sous forêt. Application à l'optimisation d'un dispositif de mesure du bilan hydrique. *Catena*, 11:177-186.
- RAMIREZ DIAZ L., TORRES MARTINEZ A., 1977 - Tipología y dinámica de los complejos ambientales del sistema de dunas móviles de la reserva biológica de Doñana (Huelva). *Boletín de la Estación Central de Ecología*, 11(6):3-11.
- RAPP M., CABANETTES A., 1980 - Biomasse, minéralomasse et productivité d'un écosystème à pins pignons (*Pinus pinea* L.) du littoral méditerranéen. II. - Composition chimique et minéralomasse. *Acta Oecologica - Oecologia Plantarum*, 15(1):151-164.
- RAPP M., CABANETTES A., 1981 - Biomass and productivity of *Pinus pinea* L. stand. In *Components of productivity of mediterranean-climate regions. Basic and applied aspects*. La Hague Netherlands, dr. W. Junk Publishers, pp. 131-134.
- RAPP M., IBRAHIM M., 1978 - Egouttement, écoulement et interception des précipitations par un peuplement de *Pinus pinea* L. *Oecologia Plantarum*, 13(4), 321-330.
- RAPP M., LECLERC M. CL., LOSSAINT P., 1978 - The nitrogen economy in a *Pinus pinea* L. stand. *Forest Ecology and Management*, 3(2):221-231.
- RAPP M., 1984 - The monthly cycling of nutrients in a stand of *Pinus pinea* L. State and Change of For. Ecosys. Indicators in Current Researches. Swed. Univ. Agric. Sci. Dept. Ecol. Envir. Res. Rept., 13:261-291. Agren G. I. Ed.
- RAPP M., 1984 - Répartition et flux de matière organique dans un écosystème à *Pinus pinea* L. *Annales des Sciences Forestières*, 41(3):253-272.
- RECHINGER K. H., 1943 - *Flora Aegea*. Bd 105 Hbd. 1 Wien.
- RIGONI P., 1988 - Fenologia delle specie legnose nella pineta di S. Vitale a Ravenna. *Monti e Boschi*, 39(3):15-22.
- RIKLI M., 1943 - *Das Pflanzenkleid der Mittelmeerländer*. I Bond. Huber Vlg., Bern.
- RIOM J., GERBINOT B., 1977 - Étude biologique et écologique de la cochenille du Pin maritime, *Matsucoccus feytaudi* Ducasse 1092 (Coccidea, Margarodidae, Xilococcinae) dans le Sud-Est de la France. I. Biologie générale et phénologie. *Ann. Zool., Écol. Anim.*, 9(1):11-50. INRA, Avignon.
- RIOV J., COOPER R., GOTTLIEB H. E., 1979 - Metabolism of auxin in Pine (*Pinus pinea* and *P. halepensis*) tissues: naphthalenetic acid conjugation. *Physiologia Plantarum*, 46(2):133-138.

- RODRIGUES MARTINS M. L., 1973 - Pinus pinea. Relatorio da actividade do aluno estagiário do Curso de Engenheiro Silvicultor. Instituto Superior de Agronomia. D.G.F., Lisboa.
- ROMANAS L. C., 1989 - Answers to questionnaire. Forest Research of Thessaloniki. Network on silviculture of Stone pine (*P. pinea* L.).FAO, Silva Mediterranea.
- ROMANAS L. C., *et al.* 1985 - Drought problems in City parks. Paper Presented at the 10th Congress of European Foresters, August 1985, Athens.
- ROMBAI L., (s.d.) - I valori naturalistici e storico-umani dei quadri forestali in Toscana, con particolare riferimento alla Maremma. Una traccia di geografia storica dei boschi. Suppl. n. 7-8. Argomenti di scienze e geografia. Atti Museo Civico Storia Naturale, Grosseto, pp. 27-45.
- RUIZ DE LA TORRE J., 1972 - La vegetacion mediterranea. Montes,13:11-13. Seminario sobre el bosque Mediterraneo Centre d'Etudes 'Juan de La Rosa'.
- SABAS J. B., 1994 - Produccion y selvicultura del pino piñonero (*Pinus pinea* L.) en la provincia de Avila. Montes, 36(2):45-51.
- SALEM B. B., 1979 - Root form of *Pinus pinea* seedlings grown in paperpot containers. pp. 96-99. FAO, Rome, Italy.
- SANDRI G., 1955 - I terreni delle pinete di S. Vitale e di Classe (Ravenna). Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze. Vol. IV:295-314.
- SANDRI G., 1956 - I terreni della pineta demaniale del litorale ravennate. L'Italia Forestale e Montana, XI(1):36.
- SANTINI L., PRESTININZI M., 1991 - Il *Tomicus destruens* nelle pinete tosco-laziali: biologia e possibilità di controllo. Attidelle Giornate di Studio sulle Avversità del Pino. Ravenna, 7-7 novembre, 1989: 232-241. Coord. G. GOVI e L. MASUTTI. Regione Emilia Romagna, Assessorato Agricoltura e Alimentazione.
- SANZ MUGNOZ M., MENDEZ MARCO M. T., MENDEZ MARCO M., 1983 -Principales propiedades de la porfobilinogenasa en semillas de *Pinus pinea* en germinacion. Anales de Edafologia y Agrobiologia,1/2(42):295-304.
- SANZ MUGNOZ M., PALACIOS ALAIS E., 1972 - Algunas vitaminas hidrosolubles en semillas de *Pinus pinea* estratificados en frio. Ann. Real. Acad. Farm., 38:233-252.
- SANZ MUGNOZ M., PALACIOS ALAIS E., 1972 - Variaciones quimicas de los acidos nucleicos de semillas de *Pinus pinea* durante laestratificacion en frio. Ann. Real. Acad. Farm., 38:673-688.
- SAPORITO L., 1993 - Note sulle pinete di pino domestico (*Pinus pinea* L.) in Sicilia. Tesi di Laurea. Università degli Studi di Firenze. Istituto di Selvicultura. A.A. 1992/93, 155 pp.
- SCHIMPER A. F. W., 1903 - Plant geography upon a physiological basis. Hafner Publ. Co., New York, 1960.
- SCHIRONE B., PIOVESAN G., BELLAROSA R., PELOSI C., 1991 - A taxonomic analysis of seed proteins in *Pinus* spp. (Pinaceae). Plant Syst. Evol., 178:43-53.

- SCOSSIROLI R. E., 1973 (a cura di) - Studio sulla pineta di S.Vitale di Ravenna. Editrice Compositori, Bologna, pp. 291.
- SEIGUE A., 1985 - La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris.
- SERAFINI P., 1976 - Produzioni di pine della parcella n. 2 di Cecina Marina. Tesi di Laurea. Università degli Studi di Firenze.
- SERVADEI A., ZANGHERI S. MASUTTI L., 1972 - Entomologia generale ed applicata. CEDAM, Padova.
- SERRAO NOGUEIRA C. D., 1986 - Le Pin d'Alep et d'autres espèces dans la forêt portugaise. Situation actuelle et perspectives. Options Méditerranéennes, CIHEAM, 1:67-79.
- SFORZI, SALVADORI, LIGUORI A., 1914 - Il rimboschimento della duna di Feniglia. L'Alpe, 1(3):65-73.
- SHMIDT E. M., KHAN V. A., DREBUSHCHAK T. D., DUBOVENKO Z. H. V., KEMERTELIDZE E. P., PENTEGOVA V. A., 1981 - Terpenes in oleoresins of *Pinus pinea*. Khimiya Prirodnikh Soedinenii. N. 5, 665. (ru, 1ref.) From ABIPC 53, 689. IPC. (For. Products Abs. 1984, vol. 7 n.2-3.
- SHAW G. R., 1914 - The genus *Pinus*. (Arnold Arboretum Pub. No.5.). Houghton Mifflin Co., Boston.
- SHAWKAT A. L. B., TARABEIH A. M., ATTRACKCHI A. A., AHMED J. M., 1979 - Species of *Populus* and *Pinus* as new hosts of *Hendersonulaturuloidea* Natrass in Ninevah, Iraq. Mesopotamian Journal of Agric., 14(2):99-106.
- SHLAPAKOV P. I., 1979 - (Valuable exotics in the forests of the Crimea). Tsennye ekzoty - v lesa Kryma. Lesnoe Khozyaistvo, 2:59-61.
- SIBTHORP J., SMITH J. E., 1813 - Florae Graecae Prodromus, Vol.,2:247.
- SINGH R. V., MAHAJAN N. M., 1981 - Grafting in conifers in Himachal Pradesh. pp. 294-298. Conservator of Forests, Bilaspur Circle, H. P., India.
- SOLIS SANCHEZ W., 1969 - Esperiencias de resinacion por el sistema de espina de pescado con cepillo Mazek sobre *Pinus pinea* L. Montes, 147:225-8.
- SOLIS SANCHEZ W., ZAMORANO ATIENZA J. L., 1979 - Características y utilización de la "Pasta IFIE" como estimulante de resinacion. INIA, Montes, 35(192):73-81.
- SPETTER E., 1989 - Forest Inventory and Management in Israel. Allgemeine Forst Zeitschrift, 24-26:656-7.
- TANI A., 1991 - Nota sui possibili danni da siccità in *Pinus pinea*. Monti e Boschi, 2:10-12.
- TARGIONI TOZZETTI G., 1776 - Relazioni d'alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana. Ed. 2^{ème} Tomo I, Firenze.

TARTARINO P., 1990 - Aspetti colturali delle pinete di pino domestico (*Pinus pinea* L.) della pineta di Ostia. *L'Italia Forestale e Montana*, 4:312-317.

THEOLAIRE A., 1978 - Contribution à l'étude hydrologique d'un peuplement de pins pignons (*Pinus pinea* L.) de Petite Camargue. D.E.A. Ecologie, Montpellier, pp. 46.

TIBERI R., 1993 - Ruolo degli insetti nel deperimento del pino domestico del litorale toscano. Convegno sulla "Salvaguardia delle pinete litoranee" Regione Toscana. Provincia di Grosseto. Parco Naturale della Maremma. Accademia Italiana di Scienze Forestali. Grosseto, 21 - 22 ottobre 1993. Prétirage: pp. 41-46.

TIMBAL J., 1975 - Chorologie des espèces ligneuses françaises, T. 1:Essences indigènes de la zone méditerranéenne. INRA-CNRF, pp. 91.

TINELLI A., CATENA G., 1992 - Applicazione della fotografia aerea per indagini fitosanitarie della pineta. *Monti e Boschi*, 43(6):26-29.

TODUA B. T., 1978 - Pollen morphology of certain species of pines. *Palynomorfologiya nekotorykh vidov sosn. Lesnoi Zhurnal*, 3:145-8(en russe) Abkhaz. NILOS, Tblisi.

TOMASELLI R., 1970 - Note illustrative della carta della vegetazione naturale potenziale d'Italia. Ministero Agricoltura e Foreste. Collana Verde, n. 27, Roma.

TORNATORA R., 1887 - "Il patrio Pino" da Sentimenti calabresi in "Rocco Tornatora (1831 - 1915)". 1972, Edizioni Cartograf. Reggio Calabria.

TORTA G., 1991 - Ecologia della rinnovazione del pino domestico nella pineta granducale di Alberese (GR). Tesi di Laurea. Istituti di Selvicoltura. Università degli Studi di Firenze.

TRIAT H., 1973 - Analyse pollinique des sédiments versiliens en Provence. 9^{ème} Congr. INQUA. Suppl. Bull. Ass. Fr. Et. Quaternaire, 36:142-145.

TRIAT H., 1975 - L'analyse pollinique de la tourbière de Fos-sur-Mer (B. du Rh.). *Ecologia Mediterranea*, 1:109-121.

TRIGGIANI O., SANTINI L., 1987 - Fattori entomologici nel deperimento delle pinete litoranee ioniche e tirreniche. Atti de l'"Convegno sulle avversità del bosco e delle specie arboree da legno". Firenze, 15-16 ottobre 1987. Accademia Italiana di Scienze Forestali - Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, pp. 325-337.

TSOUMIS G., 1985 - Identification of European conifers from sawdust. In *Xylorama, Trends in wood research* (ed. by Kucera L.J.) Basel, Switzerland; Birkhäuser Verlag, 198-203. ISBN 3-7643-1709-4(En, de, 9 ref.) Dep. For. Nat. Environ., Aristotelian Univ., Thessaloniki, Greece. (For. Prod. Abs. vol. n. 9).

VABRE-DURRIEU, 1956 - Le froid et les graines de quelques Abiétacées. *Trav. Lab. For. Toulouse*, 5(1). Art. 29, pp 6.

VACAS DE CARVALHO M. A., PINTO BERKEMEIER M. R., 1991 - 1a análise da rentabilidade do pinheiro manso como produtor de fruto. *Direção General das Florestas. Informação*, 2(7).

VACAS DE CARVALHO M. A., 1989 - Algumas considerações sobre o pinheiro manso, na região

de Alcacer do Sal. Reunion sobre Selvicultura, Mejora y Produccion de Pinus pinea, Madrid 11-12 Diciembre, 1989.

VANNINI L., 1937 - La flora della pineta di Viareggio e della spiaggia contigua. L'Alpe, 24(8/9):301-312.

VELASCO DE PEDRO F., 1982 - Ciclo biogeoquimico de los cationes y humificacion. Anales de Edafologia y Agrobiologia, 41(5/6):815-831.

VERACINI A., 1986 - Rinnovazione naturale del pino domestico nella Pineta Granducale di Alberese. Tesi di Laurea. Istituto di Selvicultura. Università degli Studi di Firenze.

VEZZOSI G., 1990 - Vivaistica ornamentale. Edagricole, Bologna, pp. 399.

VICENS R. S., 1960 - Datos sobre algunas experiencias realizadas en el "Monte de Solana". Montes, 96(11/12):577-579.

VIDAKOVIC M., 1991 - Conifers morphology and variation. Translated by Maja Soljan. Graficki Zavod Hrvatske.

VINCIGUERRA G., 1951 - Strobili a maturazione annuale di Pinidomestici di Acquaviva (TE). L'Italia Forestale e Montana, 1:42.

VITA G., 1955 - Il rimboschimento delle dune di "Is Arenas" Riola Sardo. Monti e Boschi, 6(10):447-452.

VOGL R. T., 1973 - Ecology of Knobcone Pine in the Santa Ana Mountains, California. Ecological Monogr., n. 43, pp. 125.

VOLPINI C., 1952 - Il rimboschimento della duna di Feniglia attraverso i risultati del primo piano di assestamento. Monti e Boschi, 3(5):214-222.

WALTER H., 1968 - Die Vegetation der Erde in ökophysiologischer Betrachtung, pp. 1001.

WRIGHT H. E., 1972 - Vegetation history. Minneapolis, Univ., Minnesota Press, pp. 188-89.

XIMENES L., 1769 - Della fisica riduzione della Maremma. Firenze.

XIMENES DE EMBUN, GONZALEZ ARNAO - Pinus pinea en la plana de Castilla. Hoja Divulgadora. Min. de Agric. Madrid, pp. 20.

YAROSLAVTSEV G. D., 1979 - (Valuable exotics in the forests of the Crimea) Tsenne ekzoty - v lesa Kryma. Lesnoe Khozyaistvo, 2:57-59. Gos. Nikitsk. Bot. Sad, USSR.

ZAMBONELLI A., BRANZANTI M. B., 1990 - Competizione fra Tuber albidum e alcuni basidiomiceti nella formazione di ectomicorrizesu semenzali di Pinus pinea. Atti del II Convegno Internazionali sul Tartufo. Spoleto, 24-27 novembre 1988. pp. 443-449.

ZANGHERI P., 1936 - Romagna fitogeografica. I. Flora e vegetazione delle pinete di Ravenna. Tipografie Valbonesi, Forlì.

ZANGHERI P., 1965 - La pineta di Ravenna. Monti e Boschi, 16(3): 3-14.

ZANZI SULLI A., 1983 - Contributo alla conoscenza dei problemi forestali del Parco Regionale di S. Rossore, Migliarino e Massaciuccoli. Atti Soc. Toscana di Scienze Naturali, Serie B,89:307-317.

ZECH W., ÇEPEL N., 1973 - Acacia cyanophylla als Hilfpflanze für Kiefernaufforstungen im mediterranen Küstengebiet Anatolien. Forest. Centralblatt, 92(3): 111-119.

ZINKE P. J., 1973 - Analogies between the soil and vegetation types of Italy, Greece and California. In DI CASTRI F., MOONEY H.A., Mediterranean-type ecosystems; origin and structure. Springer, pp. 61-80.

ZODDA G., 1903 - Il Pinus pinea L. nel pontico di Messina. Malpighia, 17:488-491.

ZODDA G., 1905 - Sulla vegetazione del messinese. Memorie Classe Scienze, Regia Accademia degli Zelanti. 3a Serie, Volume III (1903-1904), pp. 100, Acireale.

ANNEXES

Tableau 1 - Caractéristiques des stations de provenance de *Pinus pinea* L. sélectionnées en Italie
(par MORANDINI, 1973)

| N. | Provenance | Commune (Province) | Latitude | Longitude | Altitude | T m a (C°) | P m a * (mm) | P est. * (mm) | Zone phytoclimatique (Classification PAVARD) | Substrat |
|----|-------------------------|------------------------------------|----------|-----------|----------|---------------|-----------------|------------------|---|--|
| 76 | Migliarino | Vecchiano (Pisa) | 43° 47' | 2° 10' W | 2 - 10 | 15,0 | 966 | 190 | Lauretum s.Z. chaude | Sol brun méditerranéen sur des sables alluviaux du Quaternaire |
| 49 | San Rossore | Pisa-bagni S.Giuliano (Pisa) | 43°45' | 2° 9' W | 2-5 | 15,0 | 966 | 190 | Lauretum s.Z. chaude | Sol brun méditerranéen sur des dépôts fluviaux du Quaternaire |
| 17 | Cecina | Cecina (Livorno) | 43°45' | 2° 9' W | 2 - 4 | 14,7 | 847 | 150 | Lauretum s.Z. froide | Sables du Quaternaire |
| 61 | Follonica (Grosseto) | Follonica- Gavorrano | 42° 55' | 1° 41' W | 2 - 4 | 13,3 | 625 | 126 | Lauretum s.Z. froide | Dépôts fluviaux et marins du Quaternaire |
| 62 | Follonica- Scarfino | Gavorrano (Grosseto) | 42° 53' | 1° 39' W | 70 | 13,0 | 625 | 126 | Lauretum s.Z. froide | Sol brun acidz sur roches arénacées de l'Eocène |
| 67 | Feniglia | Orbetello (Grosseto) | 42° 25' | 1° 10' W | 2 - 5 | 15,8 | 680 | 115 | Lauretum s.Z. chaude | Dépôts marins du Quaternaire |

T m a * = Température moyenne annuelle P est * = Précipitations estivales
P m a * = Précipitations moyennes annuelles

Tableau 2 - Caractéristiques des peuplements grainiers sélectionnés en Espagne
(par MORANDINI, 1970)

| Région | Latit. moyenne | Long. moyenne | Altitude (m) |
|-----------------------|----------------|---------------|--------------|
| Huelva | 37° 14' 30" N | 07° 04' 00" W | 0 - 60 |
| Huelva | 37° 17' 30" N | 06° 23' 45" W | 40 - 100 |
| Valladolid | 41° 19' 00" N | 04° 31' 00" W | 730 - 750 |
| Valladolid | 41° 33' 00" N | 04° 32' 00" W | 810 - 850 |
| Ceberos (Avila) | 40° 27' 00" N | 04° 27' 00" W | 700 - 1000 |
| San Clemente (Cuenca) | 39° 20' 00" N | 02° 27' 00" W | 690 - 720 |

Tableau 3 - Principales données météorologiques des peuplements grainiers espagnols (par MORANDINI, 1970)

| Station | Altitude | T.m. ann. | T.m. p.végét. | T.m. max. | T.m. min. | T.max absolue | T.min. absolue | Précip. annuelle | Précip. p.végét. |
|-------------------------|----------|-----------|---------------|-----------|-----------|---------------|----------------|------------------|------------------|
| Huelva | 18 | 18,8 | 22,8 | 24,8 | 12,5 | 40,8 | -2,6 | 540,4 | 126,5 |
| Valladolid | 692 | 11,8 | 16,4 | 17,8 | 5,7 | 38,4 | -10,4 | 296,5 | 135,4 |
| El Triembo (Avila) | 691 | 13,8 | 18,8 | 19,7 | 8,0 | 39,0 | -5,0 | 706,0 | 254,7 |
| M. de Palancar (Cuenca) | 831 | 12,0 | 17,9 | 19,7 | 4,2 | 41,1 | -19,0 | 436,7 | 242,1 |

Tableau 4 - Caractéristiques du peuplement grainier de *Pinus pinea* L. sélectionné en Turquie (par MORANDINI, 1970).

| Conservation | District | Subdivision | Série | Parcelle (n°) |
|--------------|--------------|-------------|-----------|----------------|
| Antalya | Serik | Serik | Çakallik | 17 |
| Altitude (m) | Surface (ha) | Latitude | Longitude | Observations |
| 10 | 50 | 36° 50' | 31° 01' | Aire naturelle |

Tarifs de cubage

Tableau 5 - Tarif de cubage à deux entrées pour le Pin pignon en futaie régulière à S. Rossore (Pise).- (A. MESCHINI²⁹).

Ce tarif a été établi à partir de 1063 arbres-échantillons. Il donne le volume et sa répartition en bois d'oeuvre, bois de papeterie, bois de feu, branchages et bois pour fagots selon les usages locaux; il précise, en outre, les différents coefficients de forme.

| Classe de hauteur (m) | h = 6 - 7 | | | | | h = 8 - 9 | | | | |
|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| | Vol. dendro. (m ³) | Bois d'oeuvre (m ³) | Bois de papeterie (m ³) | Bois de feu (m ³) | Branch.et fagots (m ³) | Vol. dendro. (m ³) | Bois d'oeuvre (m ³) | Bois de papeterie (m ³) | Bois de feu (m ³) | Branch.et fagots (m ³) |
| 10 | 0,05 | | 0,02 | | 0,03 | 0,06 | | 0,03 | | 0,03 |
| 15 | 0,10 | | 0,05 | | 0,05 | 0,13 | | 0,07 | | 0,06 |
| 20 | 0,18 | 0,01 | 0,09 | | 0,08 | 0,23 | 0,02 | 0,11 | | 0,10 |
| 25 | 0,26 | 0,03 | 0,12 | | 0,11 | 0,34 | 0,06 | 0,15 | | 0,13 |
| 30 | 0,36 | 0,08 | 0,14 | | 0,14 | 0,47 | 0,14 | 0,17 | | 0,16 |
| 35-100 | | | | | | | | | | |

²⁹Extrait de "Tavole stereometriche ed alsometriche elaborate per i boschi italiani" par le Prof. C. Castellani. - Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Alpicoltura - Trento, 1982

| Classe de hauteur (m) | h = 14 - 15 | | | | | h = 16 - 17 | | | | | |
|-----------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| | D (cm) | Vol. dendro. (m ³) | Bois d'oeuvre (m ³) | Bois de papeterie (m ³) | Bois de feu (m ³) | Branch.et fagots (m ³) | Vol. dendro. (m ³) | Bois d'oeuvre (m ³) | Bois de papeterie (m ³) | Bois de feu (m ³) | Branch.et fagots (m ³) |
| 10 | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | |
| 25 | | 0,58 | 0,19 | 0,22 | | 0,17 | | | | | |
| 30 | | 0,80 | 0,34 | 0,22 | 0,05 | 0,19 | 0,91 | 0,40 | 0,25 | 0,06 | 0,20 |
| 35 | | 1,06 | 0,53 | 0,22 | 0,10 | 0,21 | 1,18 | 0,63 | 0,22 | 0,11 | 0,22 |
| 40 | | 1,38 | 0,74 | 0,22 | 0,18 | 0,24 | 1,55 | 0,88 | 0,24 | 0,18 | 0,25 |
| 45 | | 1,75 | 0,97 | 0,25 | 0,25 | 0,28 | 1,98 | 1,15 | 0,27 | 0,26 | 0,30 |
| 50 | | 2,22 | 1,20 | 0,31 | 0,35 | 0,36 | 2,50 | 1,42 | 0,33 | 0,37 | 0,38 |
| 55 | | 2,74 | 1,45 | 0,38 | 0,44 | 0,47 | 3,09 | 1,72 | 0,40 | 0,48 | 0,49 |
| 60 | | 3,30 | 1,72 | 0,47 | 0,53 | 0,58 | 3,74 | 2,04 | 0,51 | 0,58 | 0,61 |
| 65 | | 3,92 | 2,01 | 0,58 | 0,62 | 0,71 | 4,45 | 2,38 | 0,65 | 0,68 | 0,74 |
| 70 | | 4,60 | 2,32 | 0,71 | 0,73 | 0,84 | 5,24 | 2,73 | 0,80 | 0,83 | 0,88 |
| 75 | | 5,36 | 2,64 | 0,86 | 0,86 | 1,00 | 6,10 | 3,11 | 0,98 | 0,97 | 1,04 |
| 80 | | 6,14 | 2,99 | 1,02 | 0,99 | 1,14 | 7,00 | 3,51 | 1,17 | 1,12 | 1,20 |
| 85 | | | | | | | 7,98 | 3,92 | 1,40 | 1,29 | 1,37 |
| 90 | | | | | | | 9,02 | 4,38 | 1,62 | 1,44 | 1,58 |
| 95 | | | | | | | 10,10 | 4,88 | 1,87 | 1,58 | 1,77 |
| 100 | | | | | | | 11,22 | 5,38 | 2,13 | 1,74 | 1,97 |

| Classe de hauteur (m) | h = 18 - 19 | | | | | h = 20 - 21 | | | | | |
|-----------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| | D (cm) | Vol. dendro. (m ³) | Bois d'oeuvre (m ³) | Bois de papeterie (m ³) | Bois de feu (m ³) | Branch.et fagots (m ³) | Vol. dendro. (m ³) | Bois d'oeuvre (m ³) | Bois de papeterie (m ³) | Bois de feu (m ³) | Branch.et fagots (m ³) |
| 10 | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | |
| 30 | 1,02 | 0,46 | 0,28 | 0,07 | 0,21 | 1,13 | 0,53 | 0,31 | 0,07 | 0,22 | |
| 35 | 1,32 | 0,73 | 0,24 | 0,12 | 0,23 | 1,45 | 0,83 | 0,25 | 0,13 | 0,24 | |
| 40 | 1,70 | 1,02 | 0,25 | 0,17 | 0,26 | 1,90 | 1,15 | 0,26 | 0,21 | 0,28 | |
| 45 | 2,21 | 1,32 | 0,29 | 0,28 | 0,32 | 2,44 | 1,49 | 0,30 | 0,31 | 0,34 | |
| 50 | 2,78 | 1,64 | 0,35 | 0,39 | 0,40 | 3,06 | 1,86 | 0,37 | 0,41 | 0,42 | |
| 55 | 3,44 | 1,99 | 0,43 | 0,51 | 0,51 | 3,79 | 2,26 | 0,46 | 0,54 | 0,53 | |
| 60 | 4,18 | 2,36 | 0,55 | 0,63 | 0,64 | 4,62 | 2,68 | 0,60 | 0,67 | 0,67 | |
| 65 | 4,99 | 2,75 | 0,70 | 0,76 | 0,78 | 5,53 | 3,12 | 0,77 | 0,83 | 0,81 | |
| 70 | 5,88 | 3,14 | 0,89 | 0,93 | 0,92 | 6,52 | 3,56 | 0,98 | 1,02 | 0,96 | |
| 75 | 6,84 | 3,58 | 1,09 | 1,09 | 1,08 | 7,58 | 4,05 | 1,21 | 1,20 | 1,12 | |
| 80 | 7,86 | 4,03 | 1,31 | 1,26 | 1,26 | 8,72 | 4,55 | 1,45 | 1,40 | 1,32 | |
| 85 | 8,94 | 4,50 | 1,57 | 1,45 | 1,42 | 9,91 | 5,08 | 1,75 | 1,60 | 1,48 | |
| 90 | 10,09 | 5,01 | 1,83 | 1,62 | 1,63 | 11,16 | 5,64 | 2,04 | 1,80 | 1,68 | |
| 95 | 11,30 | 5,56 | 2,11 | 1,80 | 1,83 | 12,50 | 6,24 | 2,36 | 2,01 | 1,89 | |
| 100 | 12,56 | 6,11 | 2,41 | 1,98 | 2,06 | 13,91 | 6,84 | 2,70 | 2,21 | 2,16 | |

| Classe de hauteur (m) | h = 22 - 23 | | | | | h = 24 - 25 | | | | | |
|-----------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| | D (cm) | Vol. dendro. (m ³) | Bois d'oeuvre (m ³) | Bois de papeterie (m ³) | Bois de feu (m ³) | Branch.et fagots (m ³) | Vol. dendro. (m ³) | Bois d'oeuvre (m ³) | Bois de papeterie (m ³) | Bois de feu (m ³) | Branch.et fagots (m ³) |
| 10 | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | |
| 35 | 1,57 | 0,94 | 0,25 | 0,14 | 0,24 | 1,70 | 1,04 | 0,27 | 0,14 | 0,25 | |
| 40 | 2,07 | 1,29 | 0,27 | 0,22 | 0,29 | 2,24 | 1,43 | 0,29 | 0,22 | 0,30 | |
| 45 | 2,67 | 1,66 | 0,33 | 0,32 | 0,36 | 2,90 | 1,84 | 0,34 | 0,34 | 0,38 | |
| 50 | 3,34 | 2,08 | 0,39 | 0,43 | 0,44 | 3,62 | 2,30 | 0,40 | 0,46 | 0,46 | |
| 55 | 4,14 | 2,53 | 0,49 | 0,47 | 0,55 | 4,49 | 2,80 | 0,52 | 0,60 | 0,57 | |
| 60 | 5,06 | 3,00 | 0,64 | 0,72 | 0,70 | 5,50 | 3,32 | 0,68 | 0,77 | 0,73 | |
| 65 | 6,07 | 3,49 | 0,83 | 0,90 | 0,85 | 6,61 | 3,86 | 0,89 | 0,97 | 0,89 | |
| 70 | 7,16 | 3,98 | 1,07 | 1,11 | 1,00 | 7,81 | 4,39 | 1,16 | 1,21 | 1,05 | |
| 75 | 8,32 | 4,52 | 1,32 | 1,32 | 1,16 | 9,06 | 4,99 | 1,44 | 1,43 | 1,20 | |
| 80 | 9,58 | 5,07 | 1,60 | 1,54 | 1,37 | 10,44 | 5,59 | 1,74 | 1,60 | 1,49 | |
| 85 | 10,88 | 5,66 | 1,92 | 1,77 | 1,53 | 11,85 | 6,24 | 2,09 | 1,93 | 1,59 | |
| 90 | 12,24 | 6,27 | 2,25 | 1,99 | 1,73 | 13,31 | 6,90 | 2,45 | 2,18 | 1,78 | |
| 95 | 13,70 | 6,92 | 2,61 | 2,22 | 1,95 | 14,90 | 7,60 | 2,86 | 2,43 | 2,0 | |
| 100 | 15,26 | 7,57 | 2,99 | 2,44 | 2,26 | 16,60 | 8,30 | 3,27 | 2,68 | 2,35 | |

Tableau 6 - Table de production pour le Pin pignon en futaie régulière à S. Rossore (Pise). - (A. MESCHINI *)

| POURCENTAGE DE BOIS DE PAPETERIE ET DE BOIS DE FEU PAR RAPPORT AU TOTAL DES DEUX CHOIX | | | | | |
|---|----------------------|-------------|----------------------|----------------------|-------------|
| | VOLUME | | | VOLUME | |
| Diamètre à 1,30 m | Bois de papeterie | Bois de feu | Diamètre à 1,30 m | Bois de papeterie | Bois de feu |
| cm | % | % | cm | % | % |
| 10 | 100 | - | 60 | 47 | 53 |
| 15 | 100 | - | 65 | 48 | 52 |
| 20 | 100 | - | 70 | 49 | 51 |
| 25 | 100 | - | 75 | 50 | 50 |
| 30 | 81 | 19 | 80 | 51 | 49 |
| 35 | 66 | 34 | 85 | 52 | 48 |
| 40 | 55 | 44 | 90 | 53 | 47 |
| 45 | 50 | 50 | 95 | 54 | 46 |
| 50 | 47 | 53 | 100 | 55 | 45 |
| 55 | 46 | 54 | | | |

(a suivre)

(suite)

| POURCENTAGE DE BRANCHAGES ET DE BOIS POUR FAGOT PAR RAPPORT AU TOTAL DES DEUX CHOIX | | | | | |
|--|------------|---------------------|----------------------|------------|---------------------|
| | VOLUME | | VOLUME | | |
| Diamètre à 1,30 m | branchages | bois pour fagots | Diamètre à 1,30 m | branchages | bois pour fagots |
| (cm) | % | % | (cm) | % | % |
| 10 | 49 | 51 | 60 | 52 | 48 |
| 15 | 49 | 51 | 65 | 53 | 47 |
| 20 | 49 | 51 | 70 | 54 | 46 |
| 25 | 49 | 51 | 75 | 55 | 45 |
| 30 | 50 | 50 | 80 | 56 | 44 |
| 35 | 50 | 50 | 85 | 57 | 43 |
| 40 | 50 | 50 | 90 | 58 | 42 |
| 45 | 50 | 50 | 95 | 59 | 41 |
| 50 | 50 | 50 | 100 | 60 | 40 |
| 55 | 51 | 49 | | | |

(a suivre)

(suite)

| VOLUME DE L'ECORCE EN POURCENTAGE DU VOLUME DU BOIS D'OEUVRE COMPRENANT L'ECORCE | | | | | |
|---|--------|----------------------|--------|----------------------|--------|
| Diamètre à 1,30 m | Ecorce | Diamètre à 1,30 m | Ecorce | Diamètre à 1,30 m | Ecorce |
| cm | % | cm | % | cm | % |
| 20 | 32 | 50 | 24 | 80 | 19 |
| 25 | 31 | 55 | 23 | 85 | 19 |
| 30 | 30 | 60 | 22 | 90 | 18 |
| 35 | 28 | 65 | 21 | 95 | 18 |
| 40 | 27 | 70 | 20 | 100 | 18 |
| 45 | 26 | 75 | 20 | | |

(*) Extrait de "Tavole stereometriche ed alsometriche elaborate per i boschi italiani" par le Prof. C. Castellani. - Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Alpicoltura - Trento, 1982.

Tableau 7 - Coefficients de forme du Pin pignon en futaie régulière à S. Rossore (Pise). - (A. MESCHINI *)

| Diamètre à 1,30 m (cm) | COEFFICIENT | | |
|------------------------------|-----------------------------------|---|----------------------------|
| | se rapportant au bois d'oeuvre | se rapportant au bois d'oeuvre, de papeterie et au bois de feu | de forme dendrométrique |
| | valeurs moyennes compensées | | |
| 10 | - | 0,40 | 0,87 |
| 15 | - | 0,44 | 0,83 |
| 20 | 0,08 | 0,47 | 0,80 |
| 25 | 0,20 | 0,51 | 0,77 |
| 30 | 0,30 | 0,54 | 0,74 |
| 35 | 0,38 | 0,57 | 0,71 |
| 40 | 0,41 | 0,60 | 0,72 |
| 45 | 0,43 | 0,62 | 0,73 |
| 50 | 0,44 | 0,63 | 0,74 |
| 55 | 0,44 | 0,65 | 0,76 |
| 60 | 0,44 | 0,66 | 0,77 |
| 65 | 0,44 | 0,67 | 0,78 |
| 70 | 0,43 | 0,68 | 0,80 |
| 75 | 0,43 | 0,69 | 0,81 |
| 80 | 0,43 | 0,70 | 0,82 |
| 85 | 0,43 | 0,71 | 0,83 |
| 90 | 0,42 | 0,71 | 0,84 |
| 95 | 0,42 | 0,72 | 0,85 |
| 100 | 0,42 | 0,72 | 0,85 |

(*) Extrait de "Tavole stereometriche ed alsometriche elaborate per i boschi italiani" par le Prof. C. Castellani. - Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Alpicoltura - Trento, 1982.

Tableau 8- Tarif de cubage locale à deux entrées pour le Pin pignon en futaie régulière à Piazza Armerina (Enna). - (O. CIANCIO)

Cette table a été élaborée à partir de 925 arbres échantillons. Elle donne le volume cormométrique, écorce y compris.

| Diama 1,30m (cm) | Hauteurs totales (m) | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| | m ³ | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 0,007 | 0,010 | 0,013 | 0,016 | 0,019 | | | | | | | | | | |
| 7 | 0,011 | 0,014 | 0,017 | 0,020 | 0,023 | 0,026 | | | | | | | | | |
| 8 | 0,015 | 0,019 | 0,022 | 0,025 | 0,029 | 0,033 | 0,037 | | | | | | | | |
| 9 | 0,018 | 0,023 | 0,027 | 0,031 | 0,035 | 0,040 | 0,045 | 0,050 | | | | | | | |
| 10 | 0,022 | 0,027 | 0,032 | 0,037 | 0,042 | 0,048 | 0,053 | 0,058 | 0,063 | | | | | | |
| 11 | 0,026 | 0,032 | 0,038 | 0,044 | 0,050 | 0,056 | 0,062 | 0,068 | 0,074 | 0,080 | | | | | |
| 12 | 0,030 | 0,037 | 0,044 | 0,051 | 0,058 | 0,065 | 0,072 | 0,079 | 0,086 | 0,093 | 0,100 | | | | |
| 13 | 0,035 | 0,043 | 0,051 | 0,059 | 0,067 | 0,075 | 0,083 | 0,091 | 0,099 | 0,107 | 0,115 | 0,123 | | | |
| 14 | 0,041 | 0,050 | 0,059 | 0,068 | 0,077 | 0,086 | 0,095 | 0,104 | 0,113 | 0,122 | 0,131 | 0,140 | | | |
| 15 | 0,047 | 0,057 | 0,067 | 0,077 | 0,087 | 0,97 | 0,107 | 0,117 | 0,127 | 0,137 | 0,147 | 0,157 | 0,167 | | |
| 16 | 0,053 | 0,064 | 0,075 | 0,086 | 0,097 | 0,108 | 0,119 | 0,130 | 0,141 | 0,152 | 0,163 | 0,174 | 0,185 | | |
| 17 | 0,059 | 0,071 | 0,083 | 0,095 | 0,107 | 0,119 | 0,131 | 0,143 | 0,155 | 0,167 | 0,179 | 0,191 | 0,203 | | |
| 18 | 0,065 | 0,078 | 0,091 | 0,104 | 0,118 | 0,131 | 0,144 | 0,157 | 0,170 | 0,183 | 0,196 | 0,209 | 0,222 | 0,235 | |
| 19 | | 0,086 | 0,100 | 0,114 | 0,129 | 0,143 | 0,157 | 0,171 | 0,185 | 0,199 | 0,213 | 0,227 | 0,241 | 0,255 | |
| 20 | | 0,095 | 0,110 | 0,125 | 0,140 | 0,155 | 0,170 | 0,185 | 0,200 | 0,215 | 0,230 | 0,245 | 0,260 | 0,275 | |
| 21 | | 0,103 | 0,119 | 0,135 | 0,151 | 0,167 | 0,184 | 0,200 | 0,216 | 0,232 | 0,248 | 0,264 | 0,280 | 0,296 | |
| 22 | | 0,111 | 0,128 | 0,145 | 0,163 | 0,180 | 0,198 | 0,215 | 0,232 | 0,250 | 0,267 | 0,284 | 0,302 | 0,319 | 0,337 |
| 23 | | | 0,138 | 0,156 | 0,175 | 0,193 | 0,212 | 0,230 | 0,249 | 0,268 | 0,287 | 0,305 | 0,324 | 0,343 | 0,362 |
| 24 | | | 0,148 | 0,167 | 0,187 | 0,207 | 0,227 | 0,247 | 0,267 | 0,287 | 0,307 | 0,327 | 0,347 | 0,367 | 0,387 |
| 25 | | | 0,158 | 0,179 | 0,200 | 0,221 | 0,242 | 0,263 | 0,285 | 0,306 | 0,328 | 0,349 | 0,370 | 0,391 | 0,412 |
| 26 | | | 0,169 | 0,191 | 0,213 | 0,235 | 0,258 | 0,280 | 0,303 | 0,326 | 0,348 | 0,371 | 0,394 | 0,416 | 0,438 |
| 27 | | | | 0,202 | 0,226 | 0,250 | 0,274 | 0,298 | 0,322 | 0,346 | 0,370 | 0,394 | 0,418 | 0,442 | 0,466 |
| 28 | | | | 0,215 | 0,240 | 0,266 | 0,292 | 0,317 | 0,342 | 0,358 | 0,393 | 0,419 | 0,444 | 0,469 | 0,495 |
| 29 | | | | 0,228 | 0,255 | 0,282 | 0,309 | 0,336 | 0,363 | 0,390 | 0,417 | 0,444 | 0,471 | 0,498 | 0,525 |
| 30 | | | | | 0,271 | 0,299 | 0,327 | 0,355 | 0,384 | 0,412 | 0,441 | 0,469 | 0,498 | 0,527 | 0,555 |
| 31 | | | | | 0,286 | 0,316 | 0,346 | 0,376 | 0,406 | 0,436 | 0,466 | 0,496 | 0,526 | 0,556 | 0,586 |
| 32 | | | | | 0,300 | 0,332 | 0,364 | 0,396 | 0,428 | 0,460 | 0,492 | 0,524 | 0,556 | 0,588 | 0,620 |
| 33 | | | | | | 0,349 | 0,383 | 0,417 | 0,451 | 0,485 | 0,519 | 0,553 | 0,587 | 0,621 | 0,655 |
| 34 | | | | | | 0,368 | 0,404 | 0,440 | 0,476 | 0,512 | 0,547 | 0,583 | 0,618 | 0,653 | 0,689 |
| 35 | | | | | | | 0,427 | 0,464 | 0,502 | 0,539 | 0,576 | 0,613 | 0,650 | 0,687 | 0,724 |
| 36 | | | | | | | 0,451 | 0,490 | 0,529 | 0,568 | 0,606 | 0,644 | 0,683 | 0,722 | 0,760 |
| 37 | | | | | | | 0,477 | 0,517 | 0,557 | 0,597 | 0,637 | 0,677 | 0,717 | 0,757 | 0,797 |
| 38 | | | | | | | | 0,542 | 0,584 | 0,626 | 0,668 | 0,710 | 0,752 | 0,794 | 0,836 |
| 39 | | | | | | | | 0,568 | 0,612 | 0,656 | 0,700 | 0,744 | 0,788 | 0,832 | 0,876 |
| 40 | | | | | | | | | 0,641 | 0,687 | 0,733 | 0,779 | 0,825 | 0,871 | 0,917 |
| 41 | | | | | | | | | 0,672 | 0,720 | 0,768 | 0,816 | 0,864 | 0,912 | 0,960 |
| 42 | | | | | | | | | 0,705 | 0,755 | 0,805 | 0,855 | 0,905 | 0,955 | 1,005 |

Tableau 9 - Tarif de cubage local à une entrée pour le Pin pignon en futaie régulière à Piazza Armerina (Enna). - (O. CIANCIO)

Ce tarif a été élaboré à partir de 925 arbres échantillons. Elle donne le volume cormométrique y compris l'écorce.

| Diamètre à 1,30 m | Hauteur indicative | Volume | Diamètre à 1,30 m | Hauteur indicative | Volume |
|----------------------|-----------------------|----------------|----------------------|-----------------------|----------------|
| cm | m | m ³ | cm | m | m ³ |
| 5 | 6,45 | 0,005 | 24 | 11,10 | 0,209 |
| 6 | 6,80 | 0,009 | 25 | 11,30 | 0,229 |
| 7 | 7,10 | 0,014 | 26 | 11,45 | 0,250 |
| | | | | | |
| 8 | 7,40 | 0,020 | 27 | 11,60 | 0,272 |
| 9 | 7,70 | 0,026 | 28 | 11,80 | 0,296 |
| 10 | 8,00 | 0,033 | 29 | 11,00 | 0,320 |
| | | | | | |
| 11 | 8,30 | 0,040 | 30 | 12,20 | 0,346 |
| 12 | 8,55 | 0,048 | 31 | 12,35 | 0,372 |
| 13 | 8,80 | 0,056 | 32 | 12,50 | 0,400 |
| | | | | | |
| 14 | 9,05 | 0,064 | 33 | 12,70 | 0,430 |
| 15 | 9,30 | 0,074 | 34 | 12,85 | 0,461 |
| 16 | 9,50 | 0,086 | 35 | 13,00 | 0,494 |
| | | | | | |
| 17 | 9,70 | 0,099 | 36 | 13,15 | 0,529 |
| 18 | 9,90 | 0,112 | 37 | 13,30 | 0,566 |
| 19 | 10,15 | 0,126 | 38 | 13,40 | 0,605 |
| | | | | | |
| 20 | 10,35 | 0,140 | 39 | 13,55 | 0,646 |
| 21 | 10,55 | 0,156 | 40 | 13,70 | 0,689 |
| 22 | 10,75 | 0,127 | 41 | 13,80 | 0,734 |
| 23 | 10,90 | 0,190 | 42 | 13,90 | 0,781 |

(*) Extrait de "Tables stereométriques et tables de croissance élaborées pour les bois italiens" par le Prof. C. Castellani. - Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Alpicoltura - Trento, 1982.

Tableau 10- Tarif de cubage à deux entrées pour le Pin pignon, construit pour l'Inventaire Forestier National, donnant le volume du bois jusqu'à un diamètre minimum de 2 cm (C. CASTELLANI, 1989).

| Diam (cm) | Hauteurs (m) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| | Volumes (m ³) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 0,085 | 0,099 | 0,112 | 0,125 | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | 0,096 | 0,112 | 0,127 | 0,142 | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | 0,108 | 0,126 | 0,143 | 0,159 | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 0,121 | 0,141 | 0,159 | 0,178 | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | 0,134 | 0,156 | 0,177 | 0,198 | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 0,149 | 0,172 | 0,196 | 0,218 | 0,240 | 0,262 | | | | | | | | | | | | |
| 21 | 0,163 | 0,190 | 0,215 | 0,240 | 0,264 | 0,288 | | | | | | | | | | | | |
| 22 | 0,179 | 0,208 | 0,236 | 0,263 | 0,290 | 0,316 | | | | | | | | | | | | |
| 23 | 0,195 | 0,227 | 0,257 | 0,287 | 0,316 | 0,345 | | | | | | | | | | | | |
| 24 | 0,213 | 0,246 | 0,280 | 0,312 | 0,344 | 0,375 | | | | | | | | | | | | |
| 25 | 0,230 | 0,267 | 0,303 | 0,339 | 0,373 | 0,407 | 0,441 | 0,473 | | | | | | | | | | |
| 26 | 0,249 | 0,289 | 0,328 | 0,366 | 0,403 | 0,440 | 0,477 | 0,512 | | | | | | | | | | |
| 27 | 0,268 | 0,311 | 0,353 | 0,394 | 0,435 | 0,475 | 0,514 | 0,553 | | | | | | | | | | |
| 28 | 0,289 | 0,334 | 0,380 | 0,424 | 0,468 | 0,511 | 0,553 | 0,595 | | | | | | | | | | |
| 29 | 0,309 | 0,359 | 0,407 | 0,455 | 0,502 | 0,548 | 0,594 | 0,639 | | | | | | | | | | |
| 30 | 0,331 | 0,384 | 0,436 | 0,487 | 0,537 | 0,587 | 0,636 | 0,684 | 0,731 | 0,778 | 0,824 | 0,869 | 0,913 | 0,956 | | | | |
| 31 | | | | 0,520 | 0,574 | 0,627 | 0,680 | 0,731 | 0,784 | 0,832 | 0,881 | 0,930 | 0,997 | 1,024 | | | | |
| 32 | | | | 0,555 | 0,612 | 0,669 | 0,725 | 0,780 | 0,835 | 0,888 | 0,941 | 0,993 | 1,044 | 1,094 | | | | |
| 33 | | | | 0,590 | 0,652 | 0,712 | 0,772 | 0,831 | 0,889 | 0,946 | 1,003 | 1,058 | 1,113 | 1,167 | | | | |
| 34 | | | | 0,627 | 0,692 | 0,757 | 0,821 | 0,883 | 0,945 | 1,007 | 1,067 | 1,126 | 1,185 | 1,243 | | | | |
| 35 | | | | 0,665 | 0,734 | 0,803 | 0,871 | 0,938 | 1,004 | 1,069 | 1,133 | 1,197 | 1,259 | 1,321 | 1,382 | 1,442 | 1,501 | 1,559 |
| 36 | | | | 0,704 | 0,778 | 0,851 | 0,923 | 0,994 | 1,064 | 1,133 | 1,202 | 1,269 | 1,336 | 1,402 | 1,467 | 1,531 | 1,594 | 1,656 |
| 37 | | | | 0,745 | 0,823 | 0,900 | 0,976 | 1,052 | 1,126 | 1,200 | 1,272 | 1,344 | 1,415 | 1,485 | 1,554 | 1,622 | 1,690 | 1,756 |
| 38 | | | | 0,786 | 0,869 | 0,950 | 1,031 | 1,111 | 1,190 | 1,268 | 1,345 | 1,421 | 1,497 | 1,571 | 1,645 | 1,717 | 1,789 | 1,860 |
| 39 | | | | 0,829 | 0,916 | 1,003 | 1,088 | 1,173 | 1,256 | 1,339 | 1,420 | 1,501 | 1,581 | 1,660 | 1,738 | 1,815 | 1,891 | 1,967 |
| 40 | | | | 0,873 | 0,965 | 1,056 | 1,147 | 1,236 | 1,324 | 1,411 | 1,498 | 1,583 | 1,668 | 1,752 | 1,834 | 1,916 | 1,997 | 2,077 |
| 41 | | | | | 1,112 | 1,207 | 1,301 | 1,394 | 1,486 | 1,578 | 1,668 | 1,758 | 1,846 | 1,934 | 2,020 | 2,106 | 2,191 | |
| 42 | | | | | 1,169 | 1,269 | 1,368 | 1,466 | 1,563 | 1,660 | 1,755 | 1,850 | 1,943 | 2,036 | 2,127 | 2,218 | 2,308 | |
| 43 | | | | | 1,227 | 1,332 | 1,437 | 1,540 | 1,643 | 1,744 | 1,845 | 1,944 | 2,043 | 2,141 | 2,238 | 2,333 | 2,428 | |
| 44 | | | | | 1,287 | 1,398 | 1,507 | 1,616 | 1,724 | 1,831 | 1,937 | 2,042 | 2,146 | 2,249 | 2,351 | 2,452 | 2,552 | |
| 45 | | | | | 1,348 | 1,465 | 1,580 | 1,694 | 1,808 | 1,920 | 2,032 | 2,142 | 2,251 | 2,360 | 2,467 | 2,574 | 2,680 | |

(A suivre)

(suite)

| Diam (cm) | Hauteurs (m) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|---|---|----|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| | Volumes (m³) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | 1,412 | 1,534 | 1,655 | 1,775 | 1,894 | 2,012 | 2,129 | 2,245 | 2,360 | 2,474 | 2,587 | 2,699 | 2,811 |
| 47 | | | | | | 1,476 | 1,604 | 1,731 | 1,857 | 1,982 | 2,106 | 2,229 | 2,350 | 2,471 | 2,591 | 2,710 | 2,828 | 2,945 |
| 48 | | | | | | 1,543 | 1,677 | 1,810 | 1,941 | 2,072 | 2,202 | 2,331 | 2,459 | 2,386 | 2,712 | 2,837 | 2,960 | 3,083 |
| 49 | | | | | | 1,611 | 1,751 | 1,890 | 2,028 | 2,165 | 2,301 | 2,436 | 2,570 | 2,703 | 2,835 | 2,966 | 3,096 | 3,225 |
| 50 | | | | | | 1,681 | 1,827 | 1,972 | 2,117 | 2,260 | 2,402 | 2,543 | 2,684 | 2,823 | 2,962 | 3,099 | 3,235 | 3,371 |
| 51 | | | | | | 1,752 | 1,905 | 2,057 | 2,207 | 2,357 | 2,506 | 2,654 | 2,801 | 2,946 | 3,091 | 3,235 | 3,378 | 3,520 |
| 52 | | | | | | 1,825 | 1,984 | 2,143 | 2,300 | 2,457 | 2,612 | 2,767 | 2,920 | 3,073 | 3,224 | 3,375 | 3,524 | 3,673 |
| 53 | | | | | | 1,900 | 2,066 | 2,231 | 2,395 | 2,559 | 2,721 | 2,882 | 3,043 | 3,202 | 3,360 | 3,517 | 3,674 | 3,829 |
| 54 | | | | | | 1,976 | 2,149 | 2,322 | 2,493 | 2,663 | 2,832 | 3,001 | 3,168 | 3,334 | 3,499 | 3,664 | 3,827 | 3,989 |
| 55 | | | | | | 2,054 | 2,235 | 2,414 | 2,592 | 2,770 | 2,946 | 3,122 | 3,296 | 3,470 | 3,642 | 3,814 | 3,984 | 4,154 |
| 56 | | | | | | 2,134 | 2,322 | 2,508 | 2,694 | 2,879 | 3,063 | 3,245 | 3,427 | 3,608 | 3,788 | 3,967 | 4,145 | 4,322 |
| 57 | | | | | | 2,216 | 2,411 | 2,605 | 2,798 | 2,990 | 3,182 | 3,372 | 3,561 | 3,750 | 3,937 | 4,123 | 4,309 | 4,493 |
| 58 | | | | | | 2,299 | 2,502 | 2,704 | 2,904 | 3,104 | 3,303 | 3,501 | 3,698 | 3,894 | 4,089 | 4,284 | 4,477 | 4,669 |
| 59 | | | | | | 2,384 | 2,595 | 2,804 | 3,013 | 3,221 | 3,428 | 3,633 | 3,838 | 4,042 | 4,245 | 4,447 | 4,649 | 4,849 |
| 60 | | | | | | 2,471 | 2,689 | 2,907 | 3,124 | 3,340 | 3,554 | 3,768 | 3,981 | 4,193 | 4,405 | 4,615 | 4,824 | 5,032 |
| 61 | | | | | | 2,559 | 2,786 | 3,012 | 3,237 | 3,461 | 3,684 | 3,906 | 4,127 | 4,348 | 4,567 | 4,786 | 5,003 | 5,220 |
| 62 | | | | | | 2,650 | 2,885 | 3,119 | 3,352 | 3,585 | 3,816 | 4,047 | 4,277 | 4,505 | 4,733 | 4,960 | 5,186 | 5,411 |
| 63 | | | | | | 2,742 | 2,986 | 3,228 | 3,470 | 3,711 | 3,951 | 4,190 | 4,429 | 4,666 | 4,903 | 5,138 | 5,373 | 5,607 |
| 64 | | | | | | 2,836 | 3,088 | 3,340 | 3,590 | 3,840 | 4,089 | 4,337 | 4,584 | 4,830 | 5,076 | 5,320 | 5,564 | 5,806 |
| 65 | | | | | | 2,932 | 3,193 | 3,453 | 3,713 | 3,971 | 4,229 | 4,486 | 4,742 | 4,998 | 5,252 | 5,506 | 5,758 | 6,010 |
| 66 | | | | | | | | 3,569 | 3,838 | 4,105 | 4,372 | 4,639 | 4,904 | 5,168 | 5,432 | 5,695 | 5,957 | 6,218 |
| 67 | | | | | | | | 3,687 | 3,965 | 4,242 | 4,518 | 4,794 | 5,069 | 5,342 | 5,616 | 5,888 | 6,159 | 6,430 |
| 68 | | | | | | | | 3,807 | 4,095 | 4,381 | 4,667 | 4,952 | 5,236 | 5,520 | 5,803 | 6,085 | 6,366 | 6,646 |
| 69 | | | | | | | | 3,929 | 4,227 | 4,523 | 4,819 | 5,113 | 5,408 | 5,701 | 5,993 | 6,285 | 6,576 | 6,866 |
| 70 | | | | | | | | 4,054 | 4,361 | 4,667 | 4,973 | 5,278 | 5,582 | 5,885 | 6,188 | 6,489 | 6,790 | 7,091 |
| 71 | | | | | | | | 4,181 | 4,498 | 4,814 | 5,130 | 5,445 | 5,759 | 6,073 | 6,386 | 6,698 | 7,009 | 7,320 |
| 72 | | | | | | | | 4,310 | 4,638 | 4,964 | 5,290 | 5,615 | 5,940 | 6,264 | 6,587 | 6,910 | 7,232 | 7,553 |
| 73 | | | | | | | | 4,442 | 4,779 | 5,117 | 5,453 | 5,789 | 6,124 | 6,459 | 6,792 | 7,126 | 7,458 | 7,790 |
| 74 | | | | | | | | 4,575 | 4,924 | 5,272 | 5,619 | 5,965 | 6,311 | 6,657 | 7,002 | 7,346 | 7,689 | 8,032 |
| 75 | | | | | | | | 4,711 | 5,071 | 5,429 | 5,788 | 6,145 | 6,502 | 6,858 | 7,214 | 7,569 | 7,924 | 8,278 |
| 76 | | | | | | | | 4,850 | 5,220 | 5,590 | 5,959 | 6,328 | 6,696 | 7,064 | 7,431 | 7,797 | 8,163 | 8,529 |
| 77 | | | | | | | | 4,991 | 5,372 | 5,753 | 6,134 | 6,514 | 6,894 | 7,263 | 7,651 | 8,029 | 8,407 | 8,784 |
| 78 | | | | | | | | 5,134 | 5,527 | 5,919 | 6,311 | 6,703 | 7,094 | 7,485 | 7,875 | 8,265 | 8,654 | 9,043 |
| 79 | | | | | | | | 5,279 | 5,684 | 6,088 | 6,492 | 6,895 | 7,298 | 7,701 | 8,103 | 8,505 | 8,906 | 9,307 |
| 80 | | | | | | | | 5,427 | 5,844 | 6,260 | 6,676 | 7,091 | 7,506 | 7,921 | 8,335 | 8,749 | 9,162 | 9,575 |

Tableau 11 - Tarif de cubage à une entrée pour le Pin pignon de la Dune Feniglia
(O. LA MARCA - 1989)

| Diamètre | Hauteur indicative | Volumes des choix | | Volume |
|----------|--------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------|
| | | Bois de feu (m ³) | grumes (m ³) | |
| (cm) | (m) | | | (m ³) |
| 10 | 9,91 | 0,028 | - | 0,028 |
| 15 | 11,00 | 0,089 | - | 0,089 |
| 20 | 12,05 | 0,202 | - | 0,202 |
| 25 | 13,07 | 0,079 | 0,302 | 0,381 |
| 30 | 14,06 | 0,158 | 0,482 | 0,640 |
| 35 | 15,02 | 0,276 | 0,716 | 0,992 |
| 40 | 15,95 | 0,442 | 1,008 | 1,450 |
| 45 | 16,84 | 0,664 | 1,363 | 2,027 |
| 50 | 17,70 | 0,949 | 1,786 | 2,735 |
| 55 | 18,53 | 1,306 | 2,281 | 3,587 |
| 60 | 19,33 | 1,744 | 2,850 | 4,594 |

Tables de production

Tableau 13 - Tableau précisant les modèles mathématiques de CANTIANI et SCOTTI, (1988).

| Caractéristiques du peuplement à 20 ans | | Paramètres et effets des traitements "considérés dans l'étude et caractéristiques des peuplements à 100 ans | | | | | | | | | | | |
|---|-------|---|-------|-----|---------------|----|-------|-----|-------------|-------|-------|-----|-------------|
| | | MC | | SD% | [ED-VD%] | MC | | SD% | ED-VD% | MC | | SD% | [ED-VD%] |
| A | | A0 | | | [aucune | A1 | | | [24 - 13,5% | | | | |
| | | | | 0% | intervention] | | | 27% | 28-13,8% | | | | |
| Np/ha | 200 | | 200 | | | | 78 | | 34 - 14,0% | | | | |
| Dg (cm) | 29,3 | | 48,2 | | | | 60,1 | | 40 - 15,2%] | | | | |
| Vol (m ³) | 96,3 | | 607,0 | | | | 393,4 | | | | | | |
| B | | B0 | | | [38 - 15,9% | B1 | | | [26 - 22,9% | B2 | | | [26 - 22,9% |
| | | | | 25% | 50 - 17,2%] | | | 51% | 36-24,0% | | | 70% | 26 - 18,0% |
| Np/ha | 350 | | 198 | | | | 113 | | 50-24,7%] | | 74 | | 32-19,8% |
| Dg (cm) | 25,5 | | 46,5 | | | | 52,0 | | | | 57,1 | | 42-20,7% |
| Vol (m ³) | 127,9 | | 548,1 | | | | 399,6 | | | | 320,1 | | 58 - 22,2%] |
| C | | C0 | | | [34 - 12,1% | C1 | | | [26-21,3% | C2 | | | [22 - 22,2% |
| | | | | 32% | 42 - 14,0% | | | 45% | 34 - 23,5% | | | 70% | 28-24,2% |
| Np/ha | 500 | | 235 | | 52 - 16,2%] | | 170 | | 46 - 25,0%] | 108 | | | 36-27,2% |
| Dg (cm) | 21,5 | | 42,8 | | | | 45,4 | | | 49,1 | | | 50- 27,0%] |
| Vol (m ³) | 125,2 | | 533,2 | | | | 439,5 | | | 324,2 | | | |

(*) Traitements appliqués jusqu'à 60 ans (40 ans dans le cas A1)

Légende

MC: sigle du Modèle mathématique;

[ED - VD%]: [Age de l'éclaircie - Volume marqué en abandon en % du volume principal];

SD%: Somme des volumes marqués en abandon en % du volume sur pied à 80 ans;

Np/ha: Nombre de tiges à l'hectare

Dg: D_{1,30} moyen au sol;

Vol: Volume à l'hectare

Tableau 14- Table de production des pinèdes littorales de Pin pignon du Latium et de la Toscane -
Peuplement initial: A - (CANTIANI et SCOTTI, 1988).

| Age | Traitement: 0 | | | | | | | Traitement: 1 | | | | | | |
|-----|--|--------|---------------------|-----------|--------|---------------------|--------------|--|--------|---------------------|-----------|--------|---------------------|--------------|
| | Avant l'éclaircie | | | Eclaircie | | | Volume total | Avant l'éclaircie | | | Eclaircie | | | Volume total |
| | N | D (cm) | V (m ³) | N | D (cm) | V (m ³) | | N | D (cm) | V (m ³) | N | D (cm) | V (m ³) | |
| 20 | 200 | 29,3 | 96,3 | | | | 96,3 | 200 | 29,3 | 96,3 | | | | 96,3 |
| 22 | 200 | 30,8 | 116,0 | | | | 116,0 | 200 | 30,8 | 116,0 | | | | 116,0 |
| 24 | 200 | 32,2 | 135,6 | | | | 135,6 | 200 | 32,2 | 133,7 | 41 | 27,3 | 18,0 | 133,7 |
| 26 | 200 | 33,4 | 155,2 | | | | 155,2 | 159 | 34,7 | 131,4 | | | | 149,4 |
| 28 | 200 | 34,5 | 174,7 | | | | 174,7 | 159 | 35,9 | 146,8 | 33 | 30,6 | 20,3 | 164,8 |
| 30 | 200 | 35,5 | 194,1 | | | | 194,1 | 126 | 38,3 | 141,0 | | | | 179,4 |
| 32 | 200 | 36,4 | 213,4 | | | | 213,4 | 126 | 39,4 | 155,2 | | | | 193,5 |
| 34 | 200 | 37,2 | 232,3 | | | | 232,3 | 126 | 40,4 | 168,8 | 26 | 34,9 | 23,6 | 207,1 |
| 36 | 200 | 38,8 | 251,0 | | | | 251,0 | 100 | 42,8 | 157,3 | | | | 219,2 |
| 38 | 200 | 38,7 | 268,6 | | | | 268,6 | 100 | 43,7 | 169,1 | | | | 231,0 |
| 40 | 200 | 39,3 | 286,2 | | | | 286,2 | 100 | 44,7 | 180,9 | 22 | 38,9 | 27,5 | 242,8 |
| 42 | 200 | 40,0 | 303,8 | | | | 303,8 | 78 | 47,2 | 164,1 | | | | 253,4 |
| 44 | 200 | 40,5 | 320,1 | | | | 320,1 | 78 | 48,0 | 174,1 | | | | 263,5 |
| 46 | 200 | 41,1 | 336,2 | | | | 336,2 | 78 | 48,9 | 184,0 | | | | 273,4 |
| 48 | 200 | 41,6 | 352,2 | | | | 352,2 | 78 | 49,6 | 193,9 | | | | 283,2 |
| 50 | 200 | 42,0 | 368,0 | | | | 368,0 | 78 | 50,4 | 203,7 | | | | 293,0 |
| 52 | 200 | 42,5 | 383,1 | | | | 383,1 | 78 | 51,0 | 213,5 | | | | 302,8 |
| 54 | 200 | 42,9 | 396,4 | | | | 396,4 | 78 | 51,7 | 223,2 | | | | 312,6 |
| 56 | 200 | 43,3 | 408,8 | | | | 408,8 | 78 | 52,3 | 232,8 | | | | 322,2 |
| 58 | 200 | 43,7 | 421,0 | | | | 421,0 | 78 | 52,9 | 242,2 | | | | 331,6 |
| 60 | 200 | 44,0 | 432,8 | | | | 432,8 | 78 | 53,5 | 251,6 | | | | 341,0 |
| 64 | 200 | 44,6 | 455,0 | | | | 455,0 | 78 | 54,5 | 269,6 | | | | 359,0 |
| 68 | 200 | 45,2 | 476,3 | | | | 476,3 | 78 | 55,4 | 286,8 | | | | 376,2 |
| 72 | 200 | 45,7 | 496,3 | | | | 496,3 | 78 | 56,2 | 302,9 | | | | 392,2 |
| 76 | 200 | 46,2 | 515,4 | | | | 515,4 | 78 | 57,0 | 318,6 | | | | 408,0 |
| 80 | 200 | 46,7 | 533,8 | | | | 533,8 | 78 | 57,6 | 332,9 | | | | 422,3 |
| 84 | 200 | 47,1 | 551,0 | | | | 551,0 | 78 | 58,2 | 346,1 | | | | 435,5 |
| 88 | 200 | 47,4 | 566,8 | | | | 566,8 | 78 | 58,7 | 358,8 | | | | 448,1 |
| 92 | 200 | 47,7 | 580,8 | | | | 580,8 | 78 | 59,3 | 371,3 | | | | 460,7 |
| 96 | 200 | 48,0 | 594,1 | | | | 594,1 | 78 | 59,7 | 382,8 | | | | 472,1 |
| 100 | 200 | 48,2 | 607,0 | | | | 607,0 | 78 | 60,1 | 393,4 | | | | 482,7 |
| | L'accroissement moyen de volume culmine à l'âge de 68 ans avec 4,2/m ³ /an | | | | | | | L'accroissement moyen de volume culmine à l'âge de 68 ans avec 4,2/m ³ /an | | | | | | |

N : Nombre de tiges à l'hectare;

D : Diamètre moyen au sol;

V : Volume donné par le tarif de cubage IFNI code O8O.

Tableau 15 - Table de production des pinèdes littorales de Pin pignon du Latium et de la Toscane -
Peuplement initial: B - (CANTIANI et SCOTTI, 1988).

| Age | Traitement: 0 | | | | | | | Traitement: 1 | | | | | | |
|-----|--|--------|--------|-----------|--------|--------|--------------|---|--------|--------|-----------|--------|--------|--------------|
| | Avant l'éclaircie | | | Eclaircie | | | Volume total | Avant l'éclaircie | | | Eclaircie | | | Volume total |
| | N | D (cm) | V (m³) | N | D (cm) | V (m³) | | N | D (cm) | V (m³) | N | D (cm) | V (m³) | |
| 20 | 350 | 25,5 | 127,9 | | | | 127,9 | 350 | 25,5 | 127,9 | | | | 127,9 |
| 22 | 350 | 26,7 | 153,5 | | | | 153,5 | 350 | 26,7 | 153,5 | | | | 153,5 |
| 24 | 350 | 27,8 | 179,0 | | | | 179,0 | 350 | 27,8 | 179,0 | | | | 179,0 |
| 26 | 350 | 28,8 | 203,7 | | | | 203,7 | 350 | 28,8 | 200,1 | 105 | 25,7 | 45,8 | 200,1 |
| 28 | 350 | 29,7 | 228,3 | | | | 228,3 | 245 | 31,1 | 172,2 | | | | 218,0 |
| 30 | 350 | 30,5 | 252,1 | | | | 252,1 | 245 | 32,0 | 189,8 | | | | 235,6 |
| 32 | 350 | 31,2 | 275,4 | | | | 275,4 | 245 | 32,9 | 207,1 | | | | 252,9 |
| 34 | 350 | 31,8 | 297,5 | | | | 297,5 | 245 | 33,7 | 224,5 | | | | 270,3 |
| 36 | 350 | 32,4 | 319,1 | | | | 319,1 | 245 | 34,4 | 240,9 | 77 | 30,8 | 57,8 | 286,7 |
| 38 | 350 | 33,0 | 337,4 | 85 | 27,7 | 53,5 | 337,4 | 168 | 36,8 | 197,8 | | | | 301,4 |
| 40 | 265 | 35,1 | 300,4 | | | | 353,9 | 168 | 37,6 | 211,3 | | | | 314,9 |
| 42 | 265 | 35,7 | 316,4 | | | | 370,0 | 168 | 38,3 | 224,4 | | | | 328,0 |
| 44 | 265 | 36,2 | 332,0 | | | | 385,5 | 168 | 39,0 | 237,4 | | | | 341,0 |
| 46 | 265 | 36,7 | 347,2 | | | | 400,7 | 168 | 39,6 | 249,9 | | | | 353,5 |
| 48 | 265 | 37,2 | 361,8 | | | | 415,4 | 168 | 40,2 | 262,1 | | | | 365,7 |
| 50 | 265 | 37,7 | 376,3 | 67 | 32,2 | 64,6 | 429,8 | 168 | 40,7 | 274,1 | 55 | 36,5 | 67,7 | 377,6 |
| 52 | 198 | 39,8 | 324,4 | | | | 442,5 | 113 | 43,3 | 216,4 | | | | 387,7 |
| 54 | 198 | 40,3 | 336,7 | | | | 454,9 | 113 | 43,9 | 226,1 | | | | 397,4 |
| 56 | 198 | 40,7 | 349,0 | | | | 467,2 | 113 | 44,5 | 235,7 | | | | 407,0 |
| 58 | 198 | 41,1 | 360,4 | | | | 478,6 | 113 | 45,1 | 245,2 | | | | 416,5 |
| 60 | 198 | 41,5 | 371,6 | | | | 489,7 | 113 | 45,5 | 254,2 | | | | 425,5 |
| 64 | 198 | 42,2 | 392,9 | | | | 511,1 | 113 | 46,5 | 271,6 | | | | 443,0 |
| 68 | 198 | 42,9 | 413,6 | | | | 531,7 | 113 | 47,3 | 288,3 | | | | 459,6 |
| 72 | 198 | 43,5 | 434,0 | | | | 552,1 | 113 | 48,1 | 304,2 | | | | 475,5 |
| 76 | 198 | 44,0 | 453,1 | | | | 571,3 | 113 | 48,9 | 319,1 | | | | 490,4 |
| 80 | 198 | 44,6 | 471,5 | | | | 589,6 | 113 | 49,5 | 333,6 | | | | 504,9 |
| 84 | 198 | 45,0 | 488,2 | | | | 606,3 | 113 | 50,1 | 348,0 | | | | 519,3 |
| 88 | 198 | 45,4 | 504,2 | | | | 622,4 | 113 | 50,7 | 362,2 | | | | 533,5 |
| 92 | 198 | 45,8 | 519,9 | | | | 638,0 | 113 | 51,1 | 374,9 | | | | 546,2 |
| 96 | 198 | 46,2 | 534,7 | | | | 652,9 | 113 | 51,5 | 387,3 | | | | 558,6 |
| 100 | 198 | 46,5 | 548,1 | | | | 662,2 | 113 | 52,0 | 399,6 | | | | 571,0 |
| | L'accroissement moyen de volume culmine à 56 ans avec 6,2 m³/ha par an | | | | | | | L'accroissement moyen de volume culmine à 66 ans avec 4,2 m³/ha par an. | | | | | | |

à suivre

N : Nombre de tiges à l'hectare;

D : Diamètre moyen au sol;

V : Volume donné par le tarif de cubage IFNI code O8O.

Tableau 15 (suite) - Table de production des pinèdes littorales de Pin pignon du Latium et de la Toscane - Peuplement initial: B - Traitement 2 (CANTIANI et SCOTTI, 1988).

(suite)

| Age | Traitement: 2 | | | | | | |
|-----|-------------------|--------|---------------------|-----------|--------|---------------------|--------------|
| | Avant l'éclaircie | | | Eclaircie | | | Volume total |
| | N | D (cm) | V (m ³) | N | D (cm) | V (m ³) | |
| 20 | 350 | 25,5 | 127,9 | | | | 127,9 |
| 22 | 350 | 26,7 | 149,8 | 79 | 23,2 | 24 | 149,8 |
| 24 | 271 | 28,9 | 144,9 | | | | 168,8 |
| 26 | 271 | 30,0 | 163,6 | 68 | 26,2 | 29,5 | 187,5 |
| 28 | 203 | 32,3 | 150,3 | | | | 203,8 |
| 30 | 203 | 33,3 | 166,2 | | | | 219,7 |
| 32 | 203 | 34,2 | 181,9 | 55 | 30,2 | 36,1 | 235,3 |
| 34 | 148 | 36,6 | 159,1 | | | | 248,7 |
| 36 | 148 | 37,5 | 172,2 | | | | 261,8 |
| 38 | 148 | 38,4 | 185,1 | | | | 274,6 |
| 40 | 148 | 39,2 | 198,0 | | | | 287,5 |
| 42 | 148 | 40,0 | 210,6 | 42 | 35,3 | 43,5 | 300,1 |
| 44 | 106 | 42,5 | 178,7 | | | | 311,7 |
| 46 | 106 | 43,3 | 189,3 | | | | 322,3 |
| 48 | 106 | 44,0 | 199,3 | | | | 332,3 |
| 50 | 106 | 44,7 | 209,3 | | | | 342,3 |
| 52 | 106 | 45,3 | 218,8 | | | | 351,8 |
| 54 | 106 | 45,9 | 228,2 | | | | 361,2 |
| 56 | 106 | 46,5 | 237,6 | | | | 370,6 |
| 58 | 106 | 47,1 | 247,0 | 32 | 41,9 | 54,9 | 380,0 |
| 60 | 74 | 49,7 | 200,6 | | | | 388,5 |
| 64 | 74 | 50,9 | 216,2 | | | | 404,1 |
| 68 | 74 | 51,9 | 230,1 | | | | 417,9 |
| 72 | 74 | 52,9 | 243,5 | | | | 431,4 |
| 76 | 74 | 53,6 | 256,3 | | | | 444,2 |
| 80 | 74 | 54,5 | 269,0 | | | | 456,9 |
| 84 | 74 | 55,0 | 279,8 | | | | 467,7 |
| 88 | 74 | 55,5 | 290,0 | | | | 477,8 |
| 92 | 74 | 56,1 | 300,0 | | | | 487,9 |
| 96 | 74 | 56,6 | 310,1 | | | | 498,0 |
| 100 | 74 | 57,1 | 320,1 | | | | 508,0 |

L'accroissement moyen de volume culmine à 72 ans avec 3,4 m³/ha par an.

N : Nombre de tiges à l'hectare;

D : Diamètre moyen au sol;

V : Volume donné par le tarif de cubage IFNI code O80.

Tableau 16 - Table de production des pinèdes littorales de Pin pignon du Latium et de la Toscane -
Peuplement initial: C - (CANTIANI et SCOTTI, 1988).

| Age | Traitement: 0 | | | | | | | Traitement: 1 | | | | | | |
|-----|--|--------|---------------------|-----------|--------|---------------------|--------------|---|--------|---------------------|-----------|--------|---------------------|--------------|
| | Avant l'éclaircie | | | Eclaircie | | | Volume total | Avant l'éclaircie | | | Eclaircie | | | Volume total |
| | N | D (cm) | V (m ³) | N | D (cm) | V (m ³) | | N | D (cm) | V (m ³) | N | D (cm) | V (m ³) | |
| 20 | 500 | 21,5 | 125,2 | | | | 125,2 | 500 | 21,5 | 125,2 | | | | 125,2 |
| 22 | 500 | 22,7 | 152,8 | | | | 152,8 | 500 | 22,7 | 152,8 | | | | 152,8 |
| 24 | 500 | 23,7 | 180,3 | | | | 180,3 | 500 | 23,7 | 180,3 | | | | 180,3 |
| 26 | 500 | 24,6 | 207,2 | | | | 207,2 | 500 | 24,6 | 202,8 | 138 | 22,1 | 43,2 | 202,8 |
| 28 | 500 | 25,5 | 233,6 | | | | 233,6 | 362 | 26,5 | 178,6 | | | | 221,8 |
| 30 | 500 | 26,2 | 259,1 | | | | 259,1 | 362 | 27,4 | 197,4 | | | | 240,7 |
| 32 | 500 | 26,8 | 284,5 | | | | 284,5 | 362 | 28,2 | 216,3 | | | | 259,5 |
| 34 | 500 | 27,4 | 304,8 | 99 | 22,3 | 37,0 | 304,8 | 362 | 28,9 | 234,0 | 111 | 25,8 | 55,1 | 277,3 |
| 36 | 401 | 29,2 | 286,2 | | | | 323,1 | 251 | 31,0 | 193,7 | | | | 292,0 |
| 38 | 401 | 29,7 | 304,2 | | | | 341,2 | 251 | 31,7 | 208,2 | | | | 306,5 |
| 40 | 401 | 30,3 | 321,6 | | | | 358,5 | 251 | 32,4 | 222,5 | | | | 320,8 |
| 42 | 401 | 30,8 | 338,3 | 88 | 25,5 | 47,2 | 375,3 | 251 | 33,0 | 236,7 | | | | 335,0 |
| 44 | 313 | 32,6 | 307,1 | | | | 391,3 | 251 | 33,6 | 250,0 | | | | 348,4 |
| 46 | 313 | 33,1 | 322,5 | | | | 406,7 | 251 | 34,2 | 263,1 | 81 | 30,7 | 65,8 | 361,4 |
| 48 | 313 | 33,6 | 337,1 | | | | 421,3 | 170 | 36,3 | 208,2 | | | | 372,4 |
| 50 | 313 | 34,0 | 351,3 | | | | 435,5 | 170 | 36,9 | 219,0 | | | | 383,1 |
| 52 | 313 | 34,5 | 365,1 | 78 | 29,0 | 59,3 | 449,2 | 170 | 37,5 | 229,8 | | | | 393,9 |
| 54 | 235 | 36,6 | 318,0 | | | | 461,5 | 170 | 38,0 | 240,4 | | | | 404,5 |
| 56 | 235 | 37,0 | 330,0 | | | | 473,4 | 170 | 38,6 | 251,0 | | | | 415,1 |
| 58 | 235 | 37,4 | 342,0 | | | | 485,4 | 170 | 39,1 | 261,0 | | | | 425,2 |
| 60 | 235 | 37,8 | 353,6 | | | | 497,4 | 170 | 39,5 | 270,8 | | | | 434,9 |
| 64 | 235 | 38,6 | 375,8 | | | | 519,3 | 170 | 40,4 | 289,9 | | | | 454,0 |
| 68 | 235 | 39,2 | 397,3 | | | | 540,7 | 170 | 41,2 | 308,5 | | | | 472,6 |
| 72 | 235 | 39,8 | 417,9 | | | | 561,3 | 170 | 41,9 | 326,6 | | | | 490,7 |
| 76 | 235 | 40,4 | 436,7 | | | | 580,2 | 170 | 42,5 | 344,7 | | | | 508,8 |
| 80 | 235 | 40,9 | 455,1 | | | | 598,5 | 170 | 43,1 | 362,5 | | | | 526,6 |
| 84 | 235 | 41,3 | 472,1 | | | | 615,6 | 170 | 43,6 | 379,8 | | | | 543,9 |
| 88 | 235 | 41,8 | 488,5 | | | | 631,9 | 170 | 44,2 | 397,1 | | | | 561,2 |
| 92 | 235 | 42,1 | 504,1 | | | | 647,6 | 170 | 44,6 | 412,9 | | | | 577,0 |
| 96 | 235 | 42,5 | 519,0 | | | | 622,4 | 170 | 45,0 | 426,5 | | | | 590,6 |
| 100 | 235 | 42,8 | 533,2 | | | | 676,6 | 170 | 45,4 | 439,5 | | | | 603,6 |
| | L'accroissement moyen de volume culmine à 60 ans avec 5,9 m ³ /ha par an. | | | | | | | L'accroissement moyen de volume culmine à 78 ans avec 4,5 m ³ /ha par an | | | | | | |

(a suivre)

Tableau 16 (suite) - Table de production des pinèdes littorales de Pin pignon du Latium et de la Toscane - Peuplement initial: C - Traitement 2 (CANTIANI et SCOTTI, 1988).

(suite)

| Traitement: 2 | | | | | | | |
|--|-------------------|----------|------------------------|-----------|-----------|------------------------|-------------------|
| Age | Avant l'éclaircie | | | Eclaircie | | | Volume total |
| | N | D cm) | V (m ³) | N | D (cm) | V (m ³) | (m ³) |
| 20 | 500 | 21,5 | 125,2 | | | | 125,2 |
| 22 | 500 | 22,7 | 148,3 | 140 | 20,6 | 32,9 | 148,3 |
| 24 | 360 | 24,7 | 136,4 | | | | 169,3 |
| 26 | 360 | 25,8 | 156,6 | | | | 189,6 |
| 28 | 360 | 26,7 | 175,1 | 112 | 24,1 | 42,4 | 208,1 |
| 30 | 248 | 28,8 | 148,0 | | | | 223,3 |
| 32 | 248 | 29,7 | 163,1 | | | | 238,4 |
| 34 | 248 | 30,6 | 177,8 | | | | 253,1 |
| 36 | 248 | 31,4 | 192,4 | 84 | 28,8 | 52,4 | 267,7 |
| 38 | 164 | 33,5 | 151,8 | | | | 279,5 |
| 40 | 164 | 34,3 | 163,3 | | | | 291,0 |
| 42 | 164 | 35,1 | 174,5 | | | | 302,2 |
| 44 | 164 | 35,8 | 185,7 | | | | 313,4 |
| 46 | 164 | 36,5 | 196,6 | | | | 324,3 |
| 48 | 164 | 37,1 | 207,3 | | | | 335,0 |
| 50 | 164 | 37,7 | 218,1 | 56 | 34,5 | 58,9 | 345,7 |
| 52 | 108 | 40,1 | 168,0 | | | | 354,7 |
| 54 | 108 | 40,7 | 176,4 | | | | 363,0 |
| 56 | 108 | 41,3 | 184,6 | | | | 371,2 |
| 58 | 108 | 41,9 | 192,3 | | | | 379,0 |
| 60 | 108 | 42,4 | 200,0 | | | | 386,7 |
| 64 | 108 | 43,4 | 215,1 | | | | 401,8 |
| 68 | 108 | 44,4 | 229,8 | | | | 416,4 |
| 72 | 108 | 45,2 | 243,7 | | | | 430,3 |
| 76 | 108 | 45,8 | 256,2 | | | | 442,8 |
| 80 | 108 | 46,6 | 268,3 | | | | 454,9 |
| 84 | 108 | 47,2 | 280,4 | | | | 467,0 |
| 88 | 108 | 47,8 | 292,5 | | | | 479,1 |
| 92 | 108 | 48,3 | 303,8 | | | | 490,4 |
| 96 | 108 | 48,7 | 314,2 | | | | 500,9 |
| 100 | 108 | 49,1 | 324,2 | | | | 510,9 |
| L'accroissement moyen de volume culmine à 74 ans avec 3,4 m ³ /ha par an. | | | | | | | |

N : Nombre de tiges à l'hectare;

D : Diamètre moyen au sol;

V : Volume donné par le tarif de cubage IFNI code O80.

Tableau 17 - Table de production du Pin pignon de la Dune Feniglia. Classe de fertilité: moyenne (O. LA MARCA, 1989).

| Données à l'hectare rapportées en volume solide | | | | | | |
|---|--------------------|------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Age (ans) | Nombre de tiges/ha | Surface terrière (m ²) | Diamètre moyen (cm) | Hauteur moyenne (m) | Volume * commercial (m ³) | Accroissement moyen (m ³) |
| 20 | 1164 | 19,35 | 14,55 | 10,55 | 94 | 4,72 |
| 25 | 893 | 23,13 | 18,16 | 11,38 | 136 | 5,43 |
| 30 | 711 | 25,67 | 21,44 | 12,11 | 174 | 5,79 |
| 35 | 582 | 27,19 | 24,39 | 12,77 | 205 | 5,85 |
| 40 | 485 | 27,79 | 27,01 | 13,37 | 228 | 5,70 |
| 45 | 409 | 27,58 | 29,30 | 13,92 | 243 | 5,40 |
| 50 | 349 | 26,80 | 31,27 | 14,43 | 249 | 4,98 |
| 55 | 300 | 25,50 | 32,90 | 14,91 | 247 | 4,49 |
| 60 | 258 | 23,71 | 34,21 | 15,37 | 238 | 3,97 |

(*) Le volume commercial, arrondi au m³ entier, comprend les assortiments jusqu'à un diamètre minimum de 5 cm. L'accroissement moyen a été calculé sur les données volumétriques, troisième décimale comprise.

Tableau 18 - Pin pignon - Table de production des futaies claires (CASTELLANI, 1989)

| Age (ans) | N/ha | Diam.moyen à 1,30 m (cm) | Hauteur (m) | Volume principal (m ³) | Volume intermediaire (m ³) | Volume total (m ³) | Accr.moy.du vol.principal (m ³) | Accr. moy. du vol.intermediaire (m ³) |
|-----------|------|--------------------------|-------------|------------------------------------|--|--------------------------------|---|---|
| 15 | 250 | - | - | - | - | - | - | - |
| 20 | 220 | 24,0 | 7,2 | 48 | 7 | 55 | 2,4 | 2,7 |
| 25 | 197 | 29,0 | 8,8 | 78 | 9 | 446 | 3,1 | 17,8 |
| 30 | 175 | 33,5 | 10,5 | 112 | 14 | 470 | 3,7 | 15,7 |
| 35 | 155 | 38,0 | 12,3 | 151 | 19 | 495 | 4,3 | 14,2 |
| 40 | 137 | 43,0 | 13,7 | 193 | 25 | 517 | 4,8 | 12,9 |
| 45 | 120 | 47,0 | 14,7 | 218 | 31 | 518 | 4,9 | 11,5 |
| 50 | 105 | 51,0 | 15,5 | 240 | 34 | 508 | 4,8 | 10,2 |
| 55 | 93 | 54,5 | 16,2 | 256 | 33 | 490 | 4,7 | 8,9 |
| 60 | 82 | 57,5 | 16,5 | 262 | 35 | 463 | 4,4 | 7,7 |
| 65 | 75 | 60,5 | 16,8 | 268 | 25 | 435 | 4,1 | 6,7 |
| 70 | 68 | 63,0 | 17,0 | 270 | 28 | 412 | 3,9 | 5,9 |
| 75 | 63 | 65,5 | 17,1 | 273 | 22 | 387 | 3,6 | 5,2 |
| 80 | 58 | 67,5 | 17,1 | 270 | 23 | 362 | 3,4 | 4,5 |
| 85 | 54 | 69,5 | 17,2 | 269 | 20 | 338 | 3,2 | 4,0 |
| 90 | 51 | 71,5 | 17,2 | 267 | 16 | 317 | 3,0 | 3,5 |
| 95 | 48 | 73,0 | 17,2 | 265 | 17 | 299 | 2,8 | 3,1 |
| 100 | 45 | 74,0 | 17,3 | 258 | 17 | 633 | 2,6 | 6,3 |

Tableau 19 - Pin pignon - Table de production des futaies denses (CASTELLANI, 1989)

| Age (ans) | N/ha | Diam. moy. à 1,30 m (cm) | Hauteur (m) | Volume principal (m ³) | Volume intermédiaire (m ³) | Volume total (m ³) | Accr. moy. du vol. principal (m ³) | Accr. moy. du vol. intermédiaire (m ³) |
|-----------|------|--------------------------|-------------|------------------------------------|--|--------------------------------|--|--|
| 15 | 400 | - | - | - | - | - | - | - |
| 20 | 345 | 22,0 | 8,5 | 76 | 12 | 88 | 3,8 | 4,4 |
| 25 | 300 | 26,0 | 10,6 | 117 | 17 | 897 | 4,7 | 35,9 |
| 30 | 270 | 30,0 | 12,3 | 163 | 18 | 925 | 5,4 | 30,8 |
| 35 | 240 | 34,0 | 14,1 | 211 | 27 | 955 | 6,0 | 27,3 |
| 40 | 218 | 38,0 | 14,7 | 259 | 26 | 977 | 6,5 | 24,4 |
| 45 | 203 | 42,0 | 15,2 | 321 | 22 | 1014 | 7,1 | 22,5 |
| 50 | 190 | 45,5 | 16,1 | 376 | 24 | 1046 | 7,5 | 20,9 |
| 55 | 180 | 49,0 | 17,5 | 436 | 24 | 1082 | 7,9 | 19,7 |
| 60 | 170 | 52,0 | 18,5 | 483 | 28 | 1106 | 8,1 | 18,4 |
| 65 | 160 | 54,5 | 19,0 | 517 | 32 | 1101 | 8,0 | 17,1 |
| 70 | 152 | 56,5 | 19,2 | 539 | 28 | 1101 | 7,7 | 15,7 |
| 75 | 144 | 58,5 | 19,4 | 557 | 31 | 1090 | 7,4 | 14,5 |
| 80 | 137 | 60,0 | 19,6 | 566 | 29 | 1068 | 7,1 | 13,4 |
| 85 | 130 | 61,0 | 19,9 | 564 | 30 | 1038 | 6,6 | 12,2 |
| 90 | 125 | 62,0 | 20,0 | 563 | 23 | 1006 | 6,3 | 11,2 |
| 95 | 120 | 62,5 | 20,1 | 553 | 23 | 974 | 5,8 | 10,3 |
| 100 | 115 | 63,0 | 20,2 | 542 | 24 | 940 | 5,4 | 9,4 |

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|------|
| RIASSUNTO | I |
| SUMMARY | III |
| RESUME..... | V |
| <i>Note liminaire</i> | VII |
| Préface..... | VIII |
| 1. LE GENRE PINUS | 1 |
| 1.1. Taxonomie | 1 |
| 1.2. Caractéristiques. | 1 |
| 1.2.1. Caractéristiques morphologiques et anatomiques. | 1 |
| 1.2.2. Organes de reproduction. | 3 |
| 1.2.3. Fructification et reproduction..... | 4 |
| 1.2.4. La variété fragilis Duhamel..... | 5 |
| 1.2.5. Biologie de la germination | 6 |
| 2. ORIGINE ET AIRE D'ORIGINE DE <i>P. PINEA</i> | 7 |
| 2.1. Hypothèses sur l'origine de l'espèce..... | 7 |
| 2.2. Aire d'origine (Figure 1). | 7 |
| 3. L'AIRE DE DIFFUSION ACTUELLE | 11 |
| 4. L'ECOBIOLOGIE DE <i>P. PINEA</i> | 15 |
| 4.1. Encadrement phytoclimatique..... | 15 |
| 4.2. Evapotranspiration | 16 |
| 4.3. La nutrition minérale. | 17 |
| 4.4. Tempérament. | 18 |
| 4.4.1. Température | 18 |
| 4.4.2. Humidité | 19 |
| 4.4.3. Les sols..... | 19 |
| 4.4.3.1. Généralités | 19 |
| 4.4.3.2. Les sols des peuplements existants | 20 |
| 4.4.4. Autres. | 21 |
| 4.5. Les mycorhizes..... | 21 |
| 4.6. Croissance et production de biomasse | 22 |
| 4.6.1. Croissance. | 22 |
| 4.6.2. Production de biomasse. | 23 |
| 5. LA STRUCTURE DES PEUPEMENTS..... | 24 |
| 5.1. Généralités. | 24 |
| 5.2 Les peuplements mixtes..... | 25 |
| 5.2.1. Les peuplements mixtes naturels..... | 25 |
| 5.2.2. Peuplements mixtes d'origine artificielle. | 26 |
| 5.3. Les pinèdes à structure complexe. | 27 |

| | |
|---|----|
| 6. LES PINEDES DESTINEES A LA PRODUCTION DE GRAINES POUR LA CONSOMMATION | 32 |
| 6.1. La densité. | 32 |
| 6.2. Eclaircies et élagages. | 32 |
| 6.2.1. Eclaircies. | 32 |
| 6.2.2. Elagages. | 37 |
| 6.3. Aménagement des pinèdes pour la production de pignes. | 37 |
| 6.3.1. Production de pignes. | 41 |
| 6.3.1.1. Production des pinèdes espagnoles. | 41 |
| 6.3.1.2. Production des pinèdes italiennes. | 42 |
| 6.3.1.3. Production des pinèdes portugaises. | 43 |
| 6.3.1.4. Production des pinèdes françaises, turques et israéliennes. | 43 |
| 6.3.1.5. Production des pinèdes tunisiennes. | 43 |
| 6.3.2. Production et caractéristiques morphologiques. | 43 |
| 6.3.2.1. Production de cônes et diamètre à hauteur d'homme. | 43 |
| 6.3.2.2. Production de cônes et diamètre du houppier. | 44 |
| 7. LES PINEDES A VOCATION DE PRODUCTION MIXTE (BOIS - PIGNES) | 45 |
| 7.1. Généralités | 45 |
| 7.2. Paramètres dendrométriques. | 45 |
| 7.3. Tarifs de cubage. | 46 |
| 7.4. Production et tables de production. | 46 |
| 8. LES PINEDES DE PROTECTION | 48 |
| 9. LES PINEDES COTIERES ET LE TOURISME | 49 |
| 9.1. Le Pin pignon dans l'évolution du paysage. | 49 |
| 9.2. Les pinèdes côtières et le tourisme. | 49 |
| 10. LES MODALITES DE MISE EN PLACE DE P.PINEA ET PREMIERS SOINS CULTURAUX. | 51 |
| 10.1. Mise en place par plantation. | 51 |
| 10.1.1. Techniques de pépinière. | 51 |
| 10.1.2. La plantation proprement dite. | 52 |
| 10.1.2.1. Généralités. | 52 |
| 10.1.2.2. Préparation du sol. | 52 |
| 10.1.2.3. Densités de plantation. | 53 |
| 10.2. Le semis direct. | 53 |
| 10.3. Entretiens des plantations. | 54 |
| 10.4. Production d'arbres à but ornemental. | 54 |
| 11. LA PLANTATION D'ARBRES POUR LA PRODUCTION DE PIGNES. | 55 |
| 11.1. Généralités. | 55 |
| 11.2. Greffes de Pin pignon sur Pin pignon. | 55 |
| 11.3. Greffes de Pin pignon sur Pin d'Alep. | 55 |
| 11.4. Avenir. | 56 |
| 12. LA RECOLTE DES CONES. | 56 |
| 12.1. Récolte manuelle. | 56 |
| 12.2. Techniques mécanisées de cueillette. | 57 |
| 12.2.1. Techniques manuelles améliorées. | 57 |

| | |
|---|----|
| 12.2.2. Techniques mécanisées proprement dites. | 57 |
| 12.3. Comparaison des deux techniques. | 58 |
| 12.4. Choix de la technique. | 58 |
| | |
| 13. LES CARACTERISTIQUES , NORMES ET EMPLOIS DU BOIS DE P.PINEA. | 58 |
| 13.1. Caractéristiques. | 58 |
| 13.2. Normes. | 59 |
| 13.3. Emplois du bois. | 59 |
| | |
| 14. LA RESINE ET AUTRES PRODUITS. | 63 |
| 14.1. Modalités de gemmage et productions. | 64 |
| 14.2. Caractéristiques des oléorésines. | 65 |
| 14.3. Effets technologiques du gemmage. | 65 |
| 14.4. Les effets biologiques du gemmage. | 66 |
| 14.4.1. Influence du gemmage sur la quantité et la qualité des graines. | 66 |
| 14.4.1.1. Influence du gemmage sur la quantité de graines. | 66 |
| 14.4.1.2. Influence du gemmage sur la production de pignes. | 66 |
| 14.4.2. Influence du gemmage sur la germination, la survie et la croissance des semis. | 67 |
| 14.4.3. Influence du gemmage sur la croissance. | 67 |
| | |
| 15. L'AMELIORATION GENETIQUE DE P.PINEA. | 68 |
| 15.1. Critères de choix des phénotypes pour la sélection. | 68 |
| 15.2. Sélection des provenances. | 69 |
| 15.3. Peuplements producteurs de graines. | 70 |
| 15.4. Production de cônes et de graines d'un verger greffé. | 70 |
| 15.5. Essais pour le contrôle précoce de la valeur génétique. | 70 |
| 15.6. Variations des caractères héréditaires. | 71 |
| 15.7. Marcottage. | 71 |
| 15.8. Effets de l'auto-fécondation. | 71 |
| | |
| 16. LES AGENTS PATHOGENES. | 71 |
| 16.1. Les Insectes. | 72 |
| 16.1.1. <i>Taumatopoea pityocampa</i> Schiff. | 72 |
| 16.1.2. <i>Thaumatopoea wilkinsoni</i> Tams. | 72 |
| 16.1.3. <i>Tomicus (Blastophagus) destruens</i> Woll. | 73 |
| 16.1.4. <i>Orthotomicus erosus</i> Woll. | 74 |
| 16.1.5. <i>Ips sexdentatus</i> Boerner. | 74 |
| 16.1.6. <i>Pissodes validirostris</i> Gyll. | 74 |
| 16.1.7. <i>Pissodes notatus</i> Fab. | 74 |
| 16.1.8. <i>Marchalina ellenica</i> Genn. | 74 |
| 16.1.9. <i>Rhyacionia buoliana thurificana</i> Led. | 74 |
| 16.1.10. <i>Dioryctria</i> ssp. | 75 |
| 16.1.11. <i>Leucaspis</i> ssp. | 75 |
| 16.2. Les champignons. | 75 |
| 16.2.1. <i>Melampsora pinitorqua</i> Rostr. | 75 |
| 16.2.2. <i>Cronartium flaccidum</i> (Alb. et Schw.) Wint. | 76 |
| 16.2.3. <i>Heterobasidion annosum</i> (Fries) Bref. | 76 |
| 16.2.4. <i>Armillaria mellea</i> (Vahl. ex Fr.) P. Karst. | 77 |
| 16.2.5. <i>Sphaeropsis sapinea</i> (Fr.) | 77 |
| 16.2.6. <i>Coleosporium</i> ssp. | 78 |
| 16.2.7. <i>Scleroderris Lagerbergii</i> . Gremmen. | 78 |

| | |
|---|-----|
| 16.2.8. <i>Rhizina undulata</i> FR. ex. Fr. | 78 |
| 16.2.9. Agents de la fonte des semis | 78 |
| 16.2.10. <i>Macrophomina phaseolina</i> | 78 |
| | |
| 17. LES FACTEURS ABIOTIQUES NUISIBLES. | 78 |
| 17.1. Pollution de la mer et pollution atmosphérique..... | 78 |
| 17.2. Facteurs anthropiques..... | 79 |
| 17.3. Facteurs écologiques. | 79 |
| 17.4. Gibier. | 81 |
| 17.5. Incendies. | 81 |
| | |
| 18. CONCLUSIONS..... | 81 |
| | |
| BIBLIOGRAPHIE..... | 85 |
| | |
| ANNEXES | 119 |
| Tarifs de cubage | 123 |
| Tables de production | 139 |