

Un modèle sylvicole pour la conservation et l'amélioration de la pinède de Pin pignon d'Alberese (Toscane-Italie)

par Orazio CIANCIO* - Andrea CUTINI** - Roberto MERCURIO** - Alberto VERACINI**

Avant -propos

La distribution des pinèdes italiennes de Pin pignon est limitée aux zones littorales. Cependant le Pin pignon a quelquefois été planté sur de petites surfaces dans l'arrière-pays jusqu'à 500-600 m dans l'Italie péninsulaire et jusqu'à 700-800 m dans les îles.

Pour assurer la conservation et l'amélioration des pinèdes italiennes de Pin pignon, Pavari (1954) préconisait une gestion biologiquement et écologiquement plus rationnelle que celle prévue par les schémas sylvicoles traditionnels.

L'expérience effectuée dans la pinède d'Alberese (Ciancio et al., 1986) a pour but de définir une gestion des pinèdes littorales, de façon à sortir de l'alternative traditionnelle : traiter la pinède en coupe rase avec régénération artificielle ou favoriser son évolution vers d'autres formations végétales naturelles. La pinède de Pin pignon peut évoluer vers la chênaie verte dans les zones les plus arides ou vers des formations à chêne pédonculé, aulne noir et frêne dans les zones les plus humides.

Dans le premier cas, la gestion comporte des interruptions traumatiques du couvert forestier pendant de longues périodes ; dans le deuxième cas, on aboutit à une situation qui est en contradiction avec les objectifs de politique d'aménagement formulée par les Organismes de tutelle : le maintien des pinèdes à un niveau maximum de valeur esthétique, de valeur écologique et de capacité d'accueil touristique et récréatif.

* - Istituto Biologico Selviculturale - Università della Tuscia - Via san Camillo de Lellis - 01100 VITERBO (Italie)

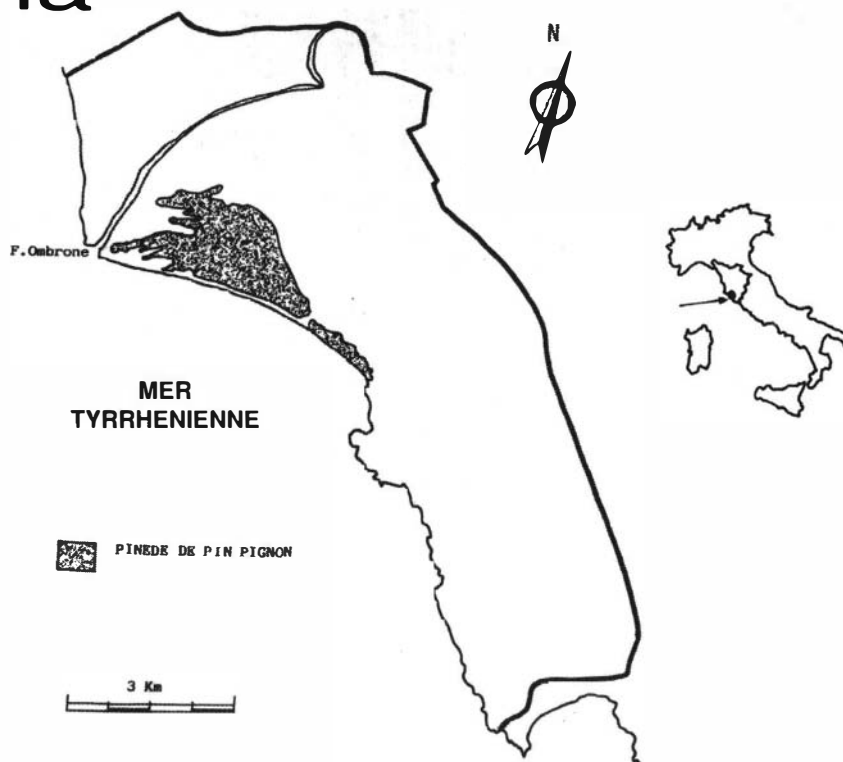
** - Istituto Sperimentale per la Selvicultura - Viale Santa Margherita, 80 - 52100 AREZZO (Italie)

Aperçu historique et but de la recherche

Les premières plantations de pins sur les dunes d'Alberese, vraisemblablement de Pins pignons, furent effectuées pendant la deuxième moitié du XVIII^{ème} siècle. C'est seulement après 1840 que la famille Lorena (de la dynastie des Habsbourg qui ont gouverné le Grand Duché de Toscane durant cette période) acheta la propriété d'Alberese et réalisa une profonde transformation foncière. Sur les dunes on sema du Pin pignon en limitant le Pin maritime sur une bande proche de la mer.

Les objectifs, d'après Rombai (1987), n'étaient ni économiques ni productifs mais concernaient la fixation des dunes, de manière à protéger les plaines de l'arrière-pays des vents marins et à assainir les zones affectées par la "malaria".

Le traitement de la pinède n'a pas suivi de règle sylvicole véritable. De temps en temps on pratiquait des coupes qu'on peut qualifier de jardinatoires ; tous les ans, dans la forêt entière, on récoltait en moyenne 300 à 400 arbres



Parc naturel de la Maremma (Toscane - Italie)

parmi les plus grands. La récolte des pignons, excepté lors de la dernière guerre, a été effectuée régulièrement.

Cette recherche a pour but de définir un modèle sylvicole

capable d'assurer le couvert continu du sol au moyen d'une régénération naturelle, d'augmenter la stabilité du peuplement et de développer sa valeur écologique et paysagère.

La pinède d'Alberese

L'étude conduite dans la pinède d'Alberese a mis en évidence l'existence, à de faibles distances, de différences structurales significatives. Les caractéristiques sont en particulier : le profil, l'extension et la forme des différents groupes d'arbres.

Ces derniers, plus ou moins étendus, d'âge et de forme très différents, se superposent les uns aux autres dans l'espace. Ils forment de véritables peuplements, avec des caractéristiques identifiables, qu'on peut classer facilement. Le profil présente des différences très nettes : on remarque des groupes juxtaposés qui représentent des types structuraux différents.

L'analyse des données a permis de caractériser quatre types structuraux :

- a) futaie monoplane jeune ;
- b) futaie bi-stratifiée par petits bouquets ;
- c) futaie pluri-stratifiée par bouquets ;
- d) futaie monoplane adulte.

a.- Futaie monoplane jeune

Les peuplements de Pin pignon faisant partie de ce type structural se trouvent à l'intérieur de la pinède sur les dunes stabilisées ; ce sont des peuplements

de deuxième génération à profil monoplane (figure 1) ; le maquis est à dominance de lentisque et de myrte. Il n'y a aucune régénération de pin, mais à l'intérieur on trouve quelques semis de chêne vert. L'âge du peuplement varie d'un minimum de 26 ans à un maximum de 55 ans mais, la différence d'âge entre les plantes qui forment le groupe central du peuplement ne dépasse pas 10 ans. La courbe de distribution du nombre d'arbres suivant les classes de diamètres est celle des peuplements équiens (figure 2). La subdivision en catégories dimensionnelles indique la dominance des classes moyennes et petites.

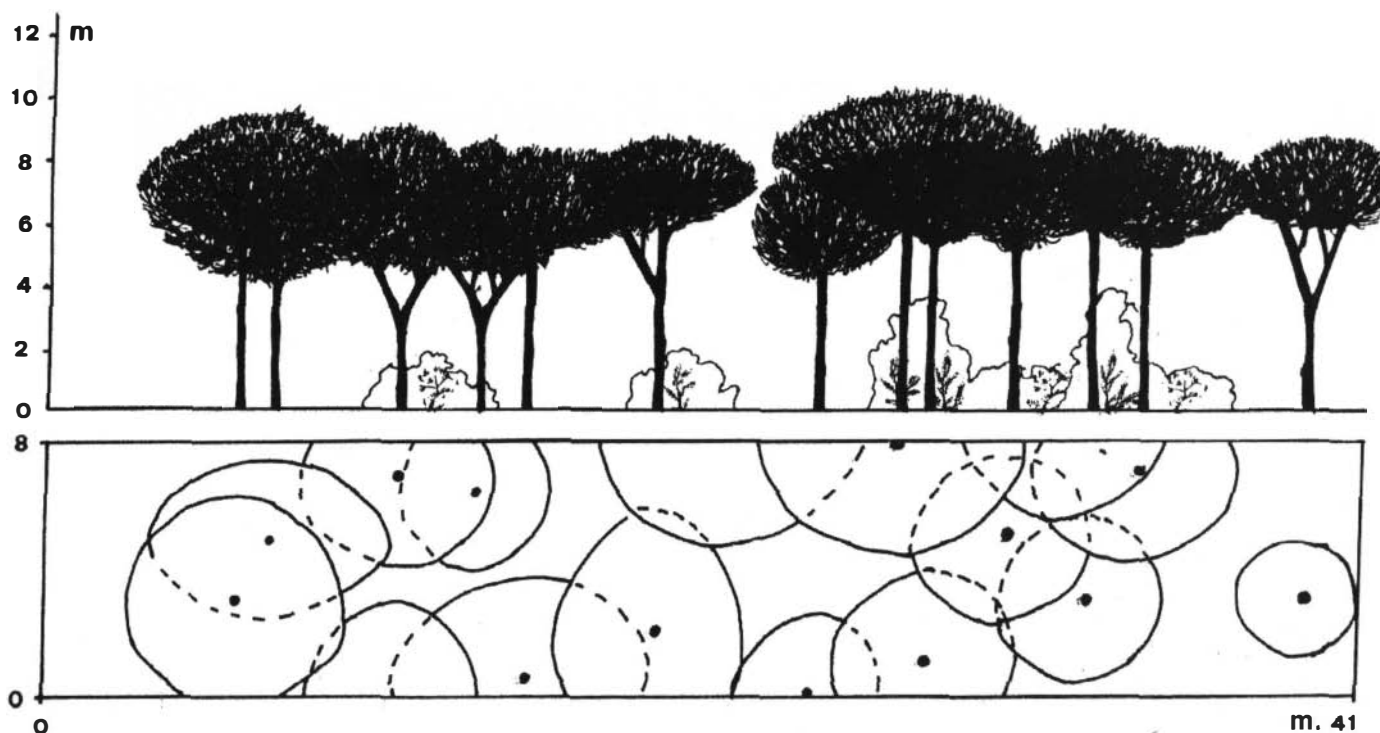


Fig 1 - Alberese. Pinède de pin pignon. Type structural (A). Profil et projection des houppiers.

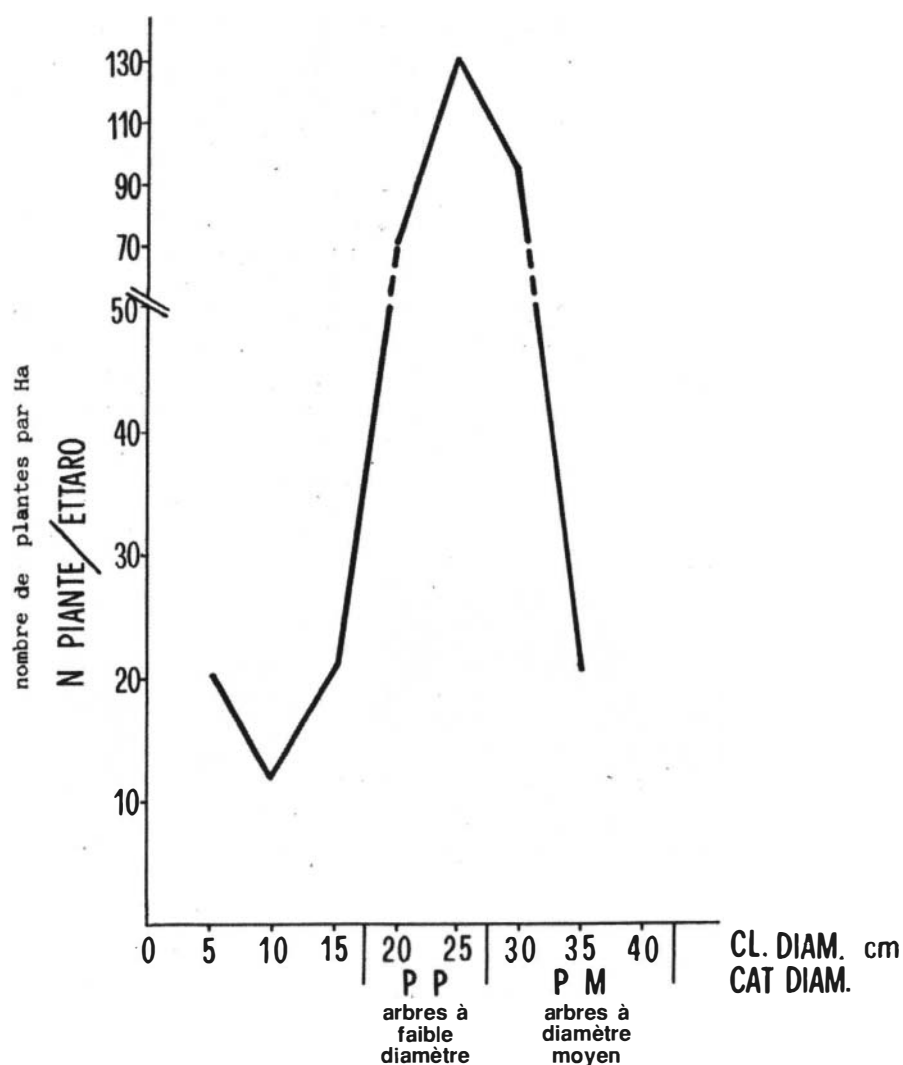


Fig 2 - Alberese. Pinède de pin pignon. Type structural (A). Distribution des arbres par classes et par catégories de diamètres.

b.- Futaie bi-stratifiée par petits bouquets

Les pinèdes formées par de petits groupes juxtaposés (figure 3) occupent la portion de territoire située loin de la mer. Le profil est bi-stratifié. La couche supérieure est constituée par des arbres âgés de 70 à 125 ans, la couche inférieure par des arbres de 25 à 45 ans. Les petits groupes, de 2 à 5 arbres établis au moment de l'ouverture de clairières dues à la mort ou à la coupe de 1 à 2 individus, se succèdent les uns après les autres tout en restant bien distincts. Les arbres de la couche inférieure montrent des traces de carences en lumière, la régénération est insuffisante. La distribution des arbres par classes de diamètre est de type bimodale (figure 4). la subdivision des plantes en catégories dimensionnelles met en évidence un excès de classes à fort et à très fort diamètre par rapport aux classes moyennes.

c.- Futaie pluri-stratifiée par bouquets

Ces peuplements (figure 5) se trouvent dans la partie centrale de la pinède sur des dunes d'origine plus récente. Le sous-bois est caractérisé par un maquis bas et clairsemé. Le profil se distingue par la disposition des houppiers en

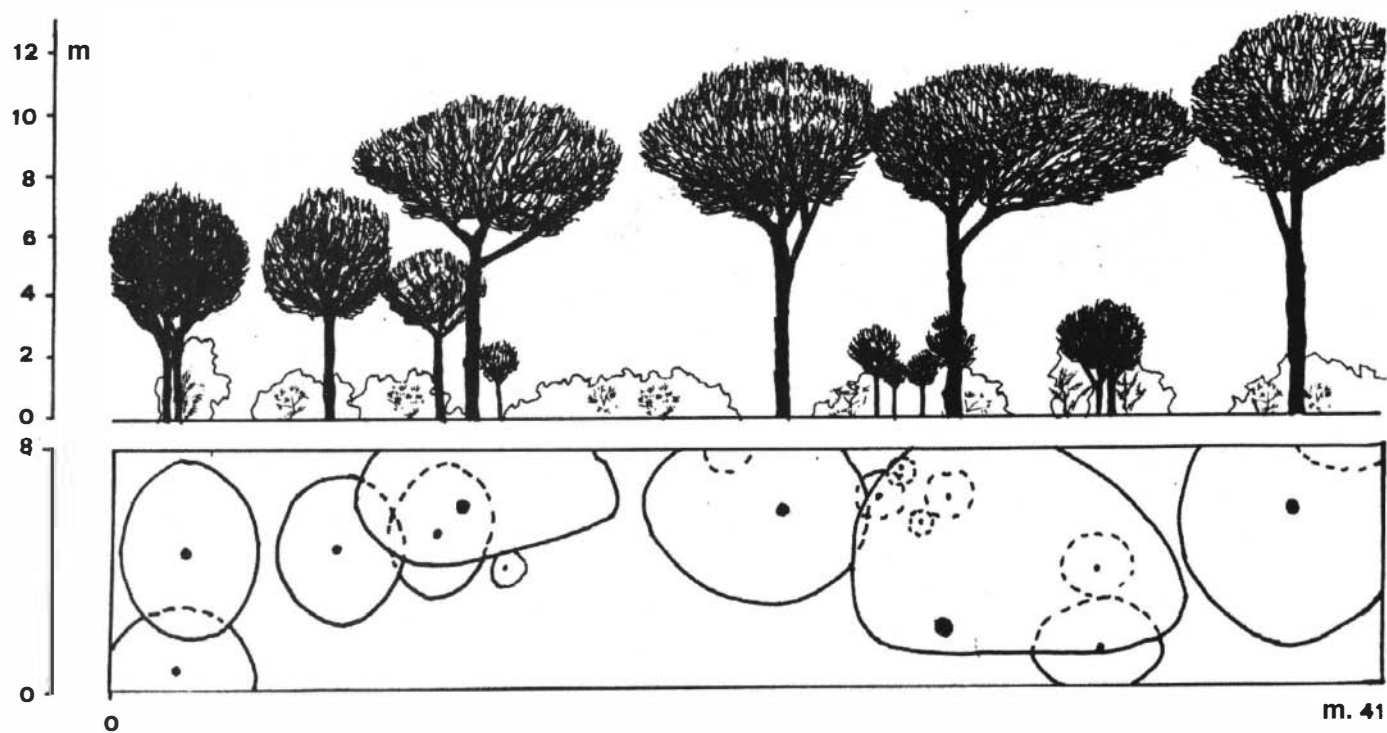


Fig 3 - Alberese. Pinède de pin pignon. Type structural (B). Profil et projection des houpiers.

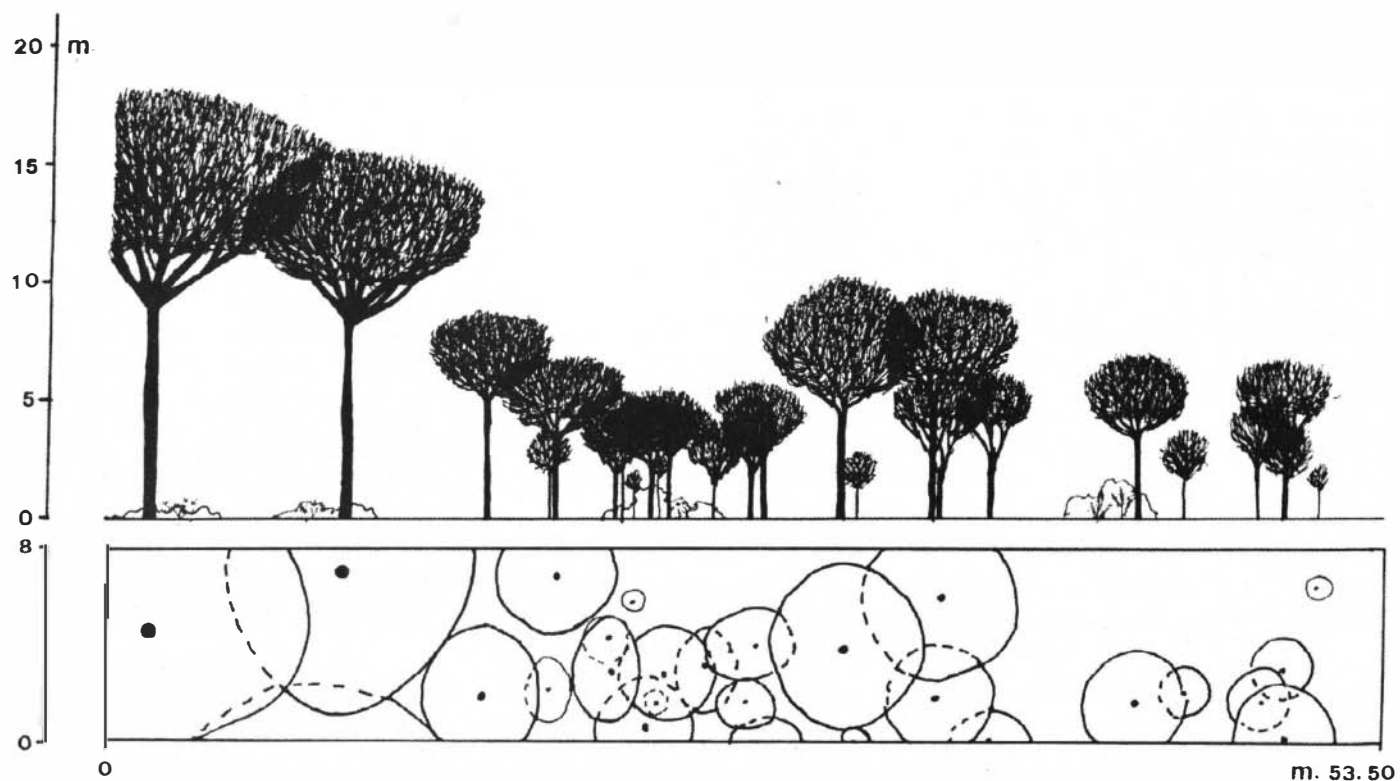


Fig 5 - Alberese. Pinède de pin pignon. Type structural (C). Profil et projection des houpiers.

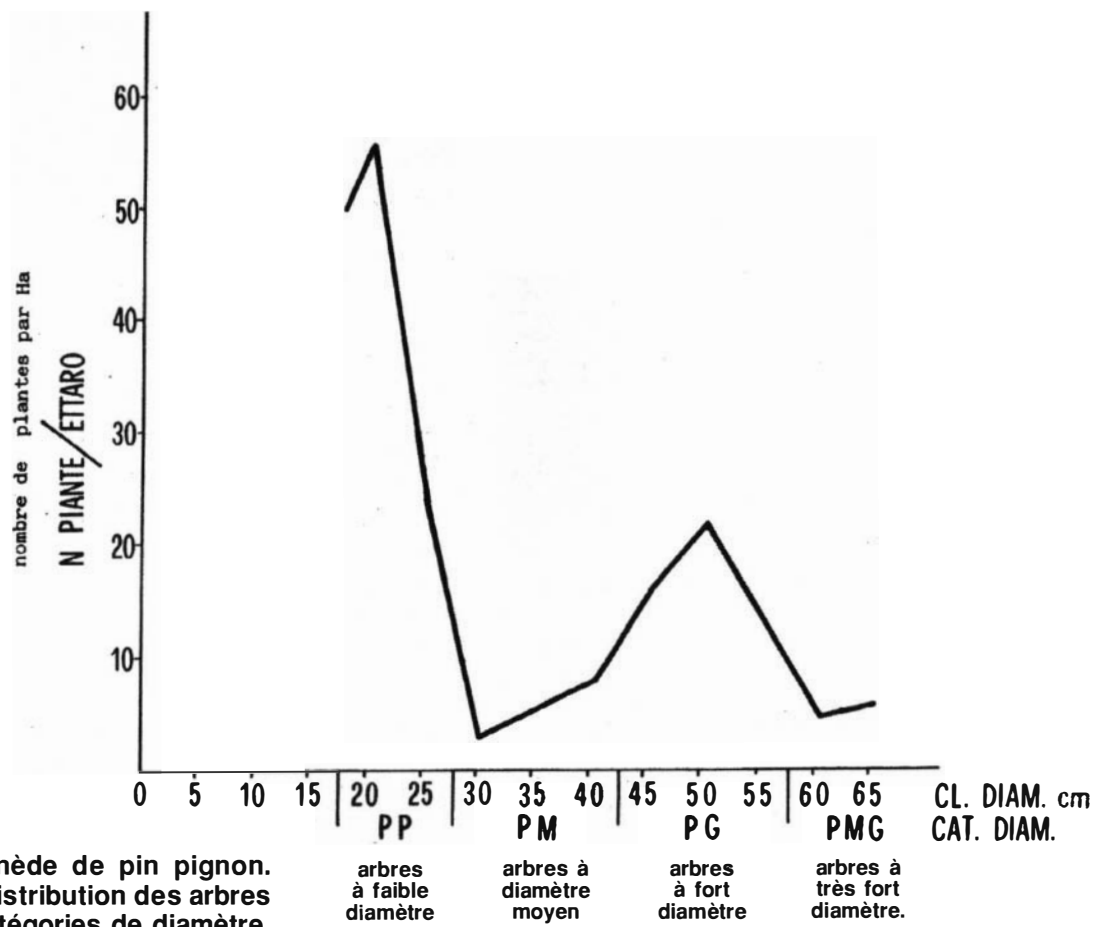


Fig 4 - Alberese. Pinède de pin pignon. Type structural (B). Distribution des arbres par classes et par catégories de diamètre.

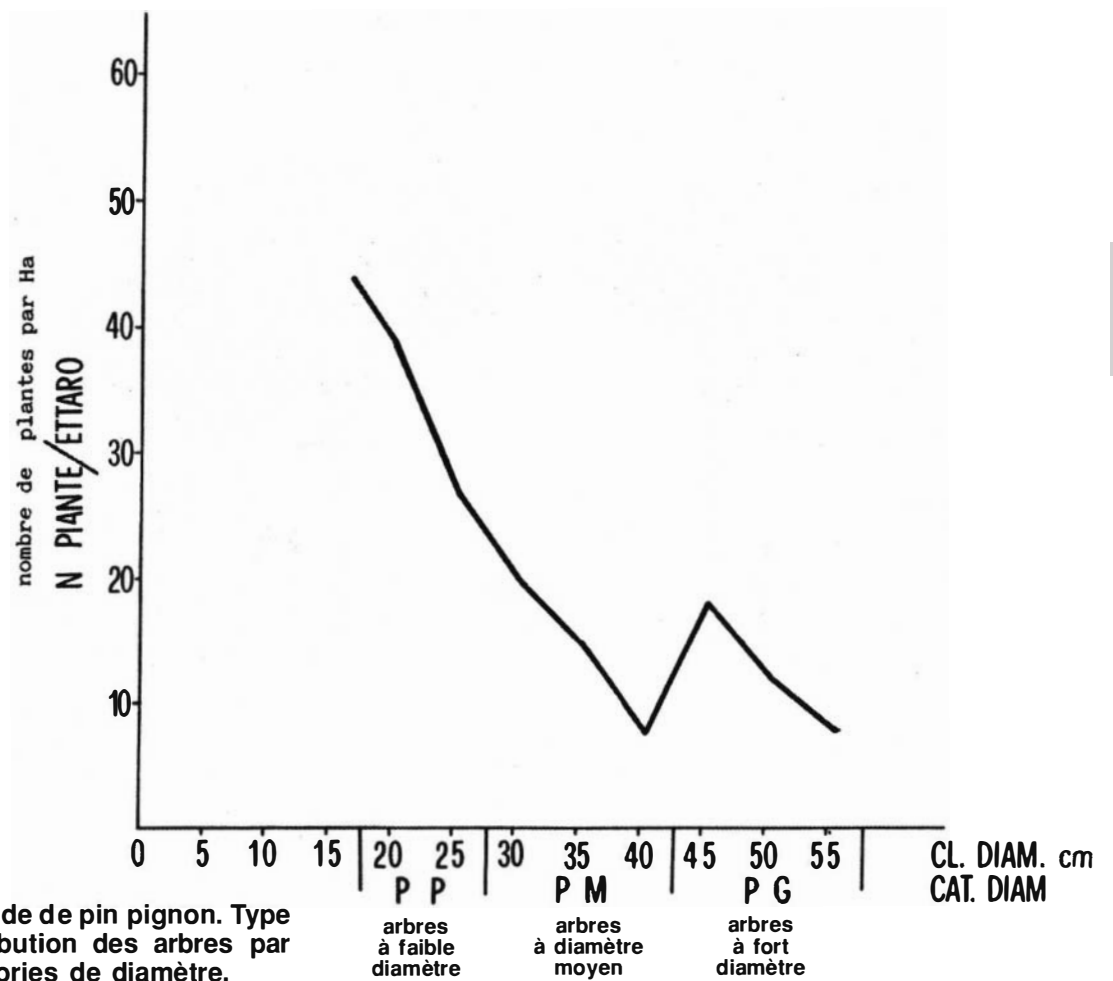


Fig 6 - Alberese. Pinède de pin pignon. Type structural (C). Distribution des arbres par classes et par catégories de diamètre.

plusieurs couches auxquelles correspondent des groupes d'arbres de différentes classes d'âge. La couche inférieure est formée d'arbres âgés de 30 ans, la deuxième d'arbres d'âge variant de 35 à 50 ans, la troisième couche de groupes d'arbres âgés de 60 à 70 ans et la dernière d'arbres d'âge compris entre 95 et 150 ans. Ces dernières forment une couche discontinue permettant le processus de régénération. La distribution des arbres par classes de diamètre est semblable à celle des peuplements inéquiens (figure 6), malgré quelques anomalies dans les classes de fort diamètre. la répartition des arbres par catégories dimensionnelles est suffisamment équilibrée.

d.- Futaie mono-plane adulte

Les peuplements caractérisés par ce type structural sont localisés dans la partie centrale de la pinède sur des dunes relativement récentes (figure 7). Le sous-bois est suffisamment riche en espèces : bruyère, romarin et ciste prédominent.

La régénération est suffisante. L'âge moyen du peuplement est de 98 ans. La distribution des



Photo 1 - Alberese. Pinède de pin pignon à "structure composée" c'est-à-dire caractérisée par la présence discontinue de divers types structuraux distincts et différenciés. En haut, pinède de protection de pin maritime.
Photo A. Veracini

arbres par classes de diamètre est celle des peuplements équiens (figure 8). La répartition en catégories dimensionnelles montre une carence d'arbres petits.

La régénération naturelle

L'analyse des caractères des graines (figure 9) a montré que les paramètres considérés (nombre de pignons/cône, poids moyen d'un pignon, rendement des cônes en pignons) augmentent avec

l'âge jusqu'à 80 ans, après il y a une décroissance rapide. Par contre à partir de cet âge, on observe une forte augmentation des cônes "pailleux" c'est-à-dire attaqués par *Sphaeropsis necatrix*.

En ce qui concerne le rapport entre la régénération naturelle et la densité du peuplement de Pin pignon, toutes conditions égales par ailleurs, on a vérifié (figure 10) que la régénération naturelle est

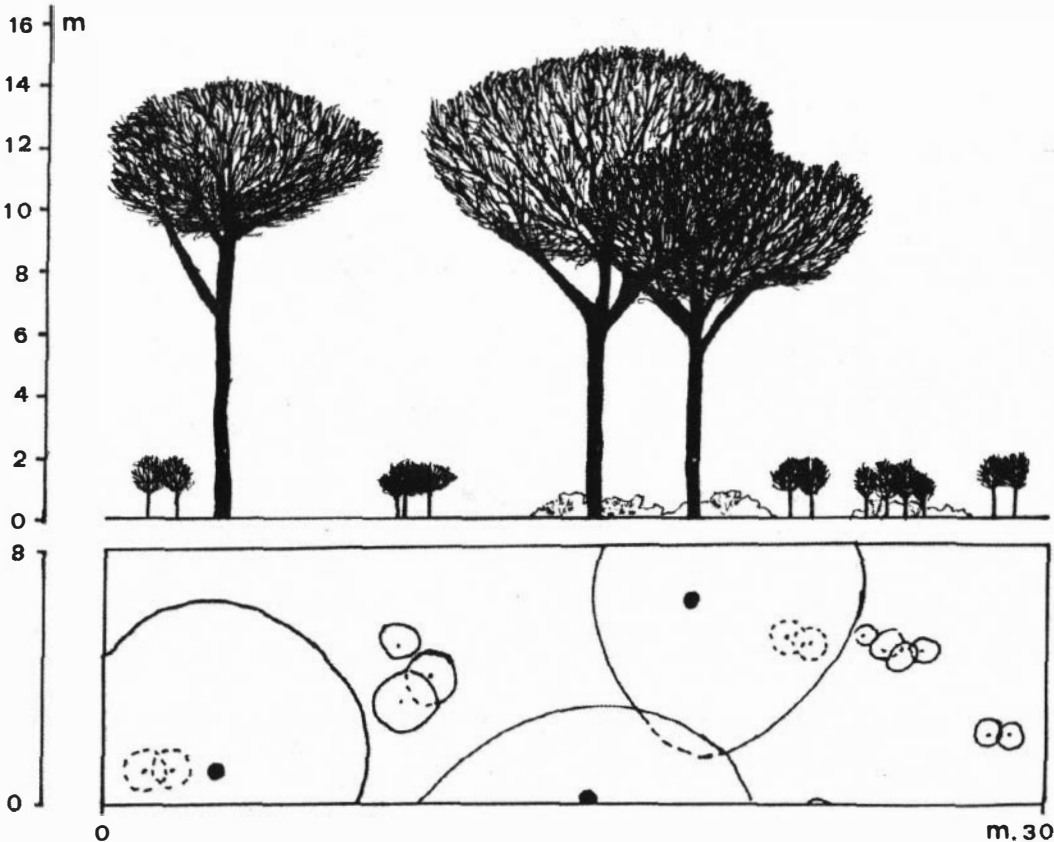


Fig 7 - Alberese. Pinède de pin pignon. Type structural (D). Profil et projection des houppiers.

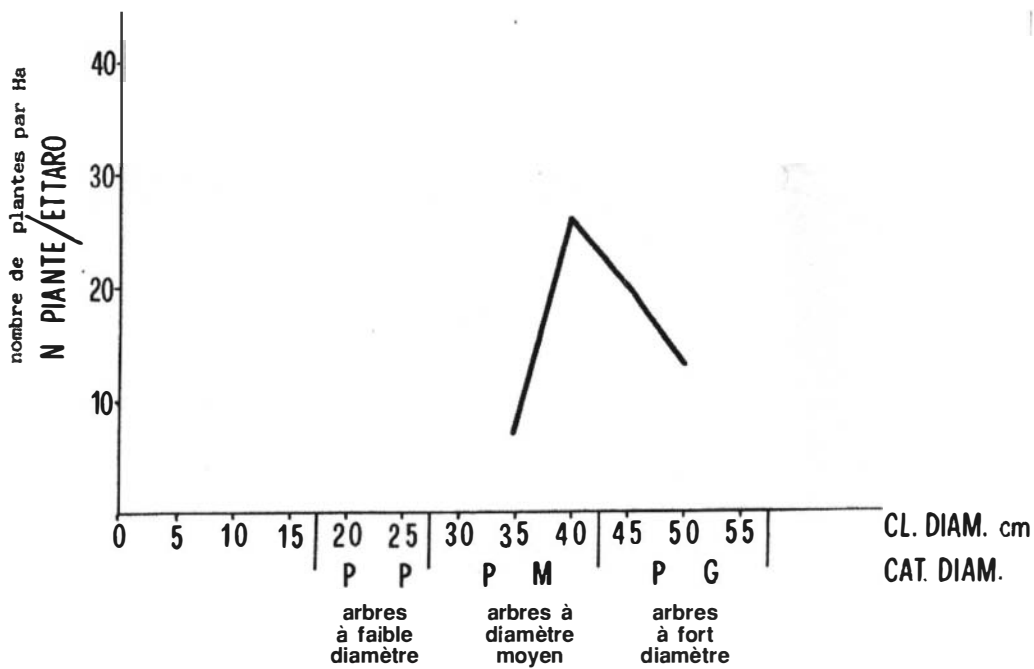
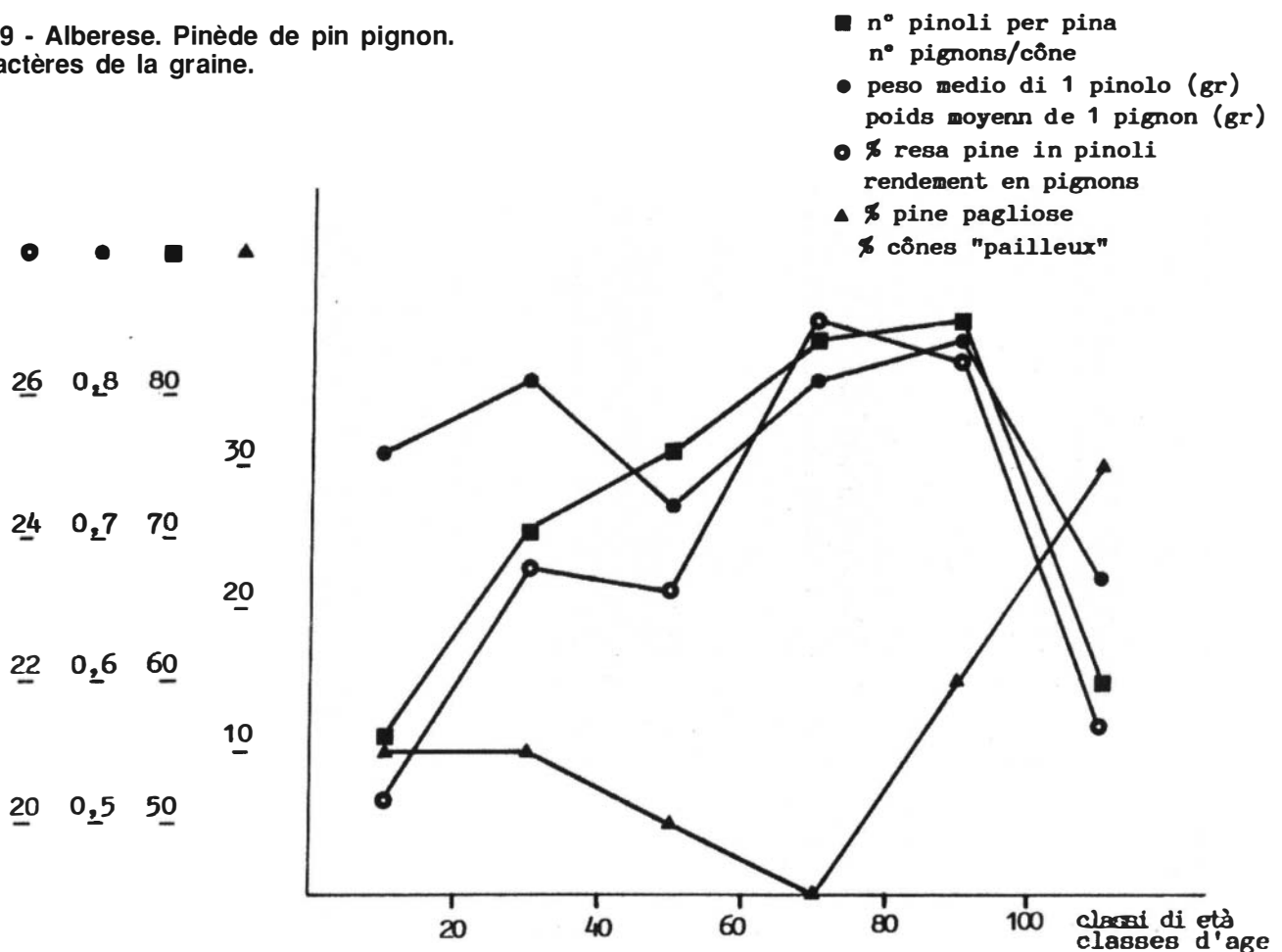


Fig 8 - Alberese. Pinède de pin pignon. Type structural (D). Distribution des arbres par classes et par catégories de diamètre.

présente où la surface terrière est d'environ 10-13 m²/ha et de toute façon non supérieure à 16 m²/ha. On doit préciser qu'une telle densité doit être mise en relation avec la répartition des arbres dans l'espace vertical : c'est-à-dire, à égale densité il n'y a pas de régénération naturelle dans les types structuraux mono-plans, au contraire la régénération est présente dans les types pluri-stratifiés.

Analysant l'influence de la morphologie du sol (figure 11) on a observé que dans les interdunes, caractérisées par une disponibilité hydrique maximum, les semis sont plus nombreux et plus hauts.

Fig 9 - Alberese. Pinède de pin pignon. Caractères de la graine.



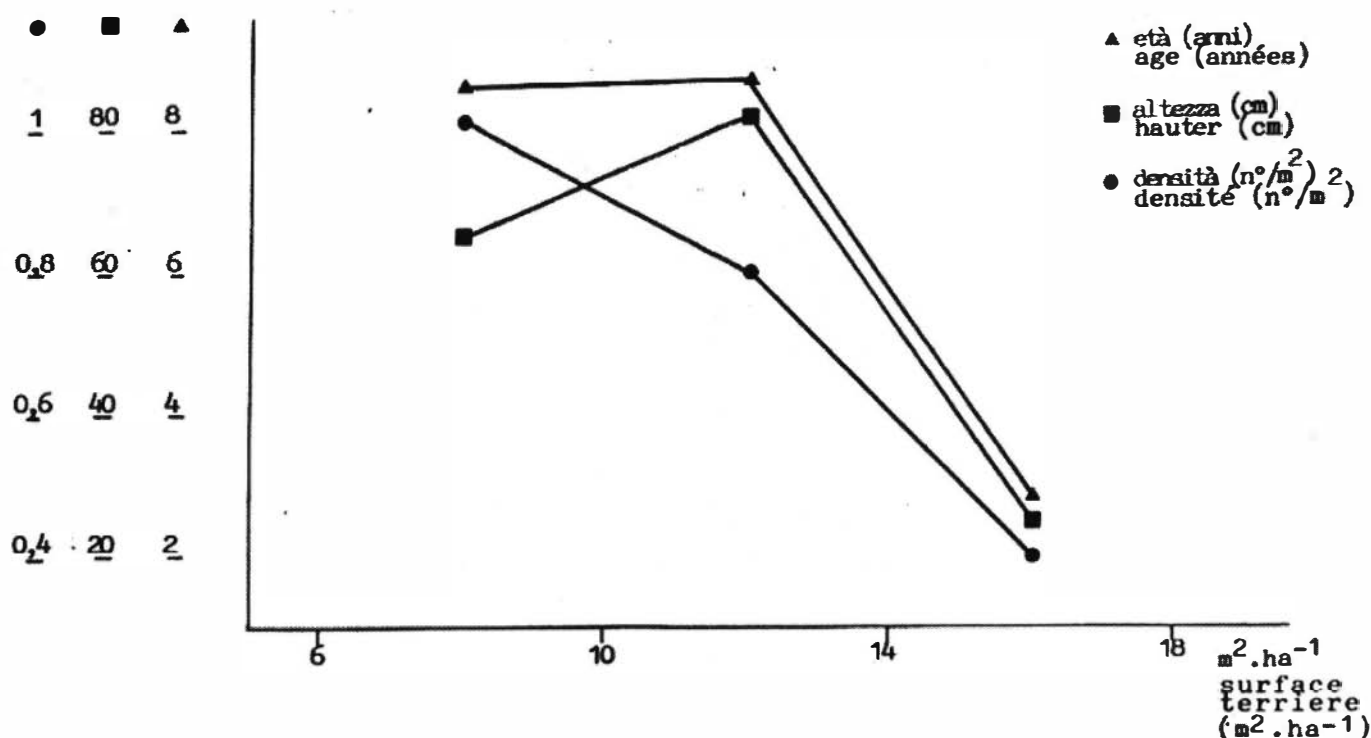


Fig 10 - Alberese. Pinède de pin pignon. Effets de la densité du peuplement sur la régénération naturelle.

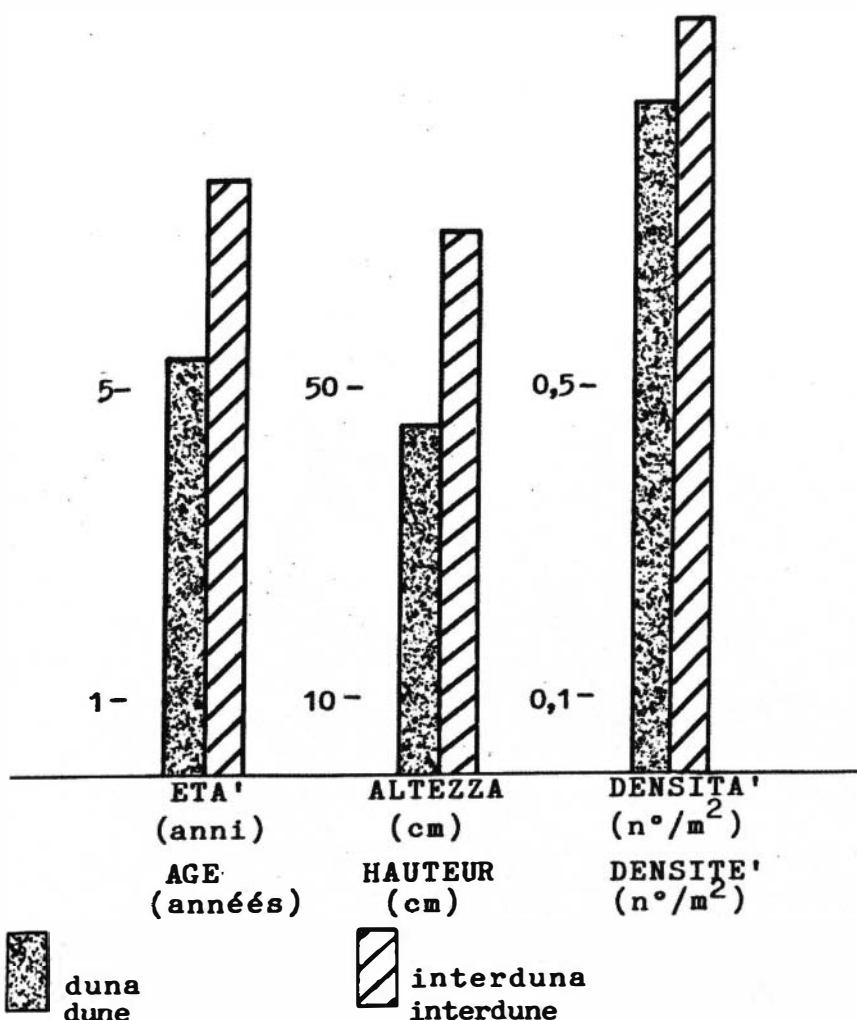


Fig 11 - Alberese. Pinède de pin pignon. Effets de la morphologie du sol sur la régénération naturelle.

Analyse des résultats

La pinède, du point de vue phytosociologique, est caractérisée par la présence d'un ensemble de peuplements juxtaposés, qui se distribuent dans l'espace selon un désordre apparent. Ces peuplements peuvent être considérés comme de véritables groupes ou très petits groupes (1).

Ces peuplements se sont formés dans les clairières et surtout dans les nombreux vides provoqués par la mort accidentelle des arbres ou par l'exploitation de vieux individus. C'est pourquoi ces peuplements prennent chaque fois des formes et des dimensions variables.

Les peuplements appartiennent à diverses classes d'âge et se superposent à d'autres, d'âge très différent. Même sur des surfaces de 2000 à 3000 m², il n'est pas dif-

(1) Par le terme - groupe - on entend un peuplement ou micro-peuplement équienne qui occupe de petites ou très petites surfaces. Quelquefois ces groupes sont tellement petits qu'ils ne sont formés seulement que par 2,3 ou 4 arbres.

facile d'observer tous les stades évolutifs de la pinède : du fourré-gaulis à la futaie plus âgée.

La forme et la dimension des groupes sont une conséquence directe de la largeur des clairières dans lesquelles ils ont pris naissance. En général, on passe des groupes de dimension de 100 à 200 m², voire inférieur à 100 m², à des groupes de 400 à 500 m² et, quelquefois, à des groupes qui occupent une surface supérieure à l'hectare.

La pinède de Pin pignon d'Alberese se caractérise, contrairement aux autres pinèdes des zones littorales italiennes, par sa régénération, au moins en partie (mais toujours de façon significative), naturelle et autonome.

En effet, le processus de régénération, malgré les difficultés qui augmentent, continue à se manifester mais avec une intensité très inférieure aux décennies précédentes.

Et cela parce que la récolte des cônes, concentrée sur les plantes vigoureuses, riches en cônes, et, surtout sur celle où il est plus facile et moins fatigant de grimper, ne permet pas, une dissémination abondante. La graine disponible provient pour la plus grande partie d'arbres plus hauts, c'est-à-dire plus âgés, qui ont un pourcentage supérieur de cônes "pailleux" et un rendement inférieur en pignons.

Les graines, une fois tombées, subissent les attaques des ongulés (sangliers), des canidés (renards), des oiseaux (casse-noix, pic-vert, gros-bec) et peut-être des petits rongeurs.

Dans les semis réalisés à des fins expérimentales, on a observé que là où la graine avait été protégée des ongulés, des renards et des oiseaux (mais non des rongeurs) le pourcentage de survie des semis était de 50 %, tandis qu'il se réduisait à moins de 1 % en absence de protection. Vraisemblablement, l'augmentation des ongulés et des renards, a pu aggraver le phénomène ; une fois que la graine réussit à germer, les semis peuvent subir le déchausage par les sangliers, le piétinement des bovins et des dommages ultérieurs par les daims.

Des limitations ultérieures à l'installation et au développement définitif des semis peuvent dériver de facteurs écologiques : parmi ces derniers la carence en lumière



Photo 2 - Alberese. Pinède de pin pignon. Régénération naturelle

Photo R. Mercurio

dans les groupes plus denses, la surchauffe du sol dans les endroits découverts et le stress hydrique. Mais de telles limites sont compensées par certaines conditions favorables. En particulier, on a relevé des températures et des humidités du sol appropriées à la

germination de la graine pendant l'automne et le printemps, c'est-à-dire, quand la majeure partie des graines germe. En outre, certaines espèces du maquis développent une action protectrice efficace sur les semis pendant les premières années.

Le modèle sylvicole

La caractérisation qualitative et quantitative des divers peuplements qui forment la pinède de Pin pignon d'Alberese, c'est-à-dire la connaissance de la structure, constitue et représente le préliminaire indispensable pour le choix et l'application d'un traitement approprié.

Les premiers résultats polarisent l'attention surtout sur deux aspects ; le premier concerne l'évaluation objective de la situation actuelle qui se développe rapidement et de manière différente par rapport au passé : régénération insuffisante du Pin pignon, avancement constant et

rapide du Pin maritime à l'intérieur de la pinède de Pin pignon. Le second aspect concerne la définition et l'identification de certaines règles sylvicoles qui permettent d'utiliser rationnellement la forêt, et de maintenir, améliorer, et développer à un niveau maximum, l'efficacité fonctionnelle de la pinède.

Le traitement appliqué dans le passé a provoqué et facilité la régénération naturelle plus ou moins diffuse. La pinède, au moins dans les conditions actuelles, est caractérisée par la présence discontinue de divers types structuraux distincts et différenciés. La pinède est, par conséquent, une forêt à structure particulière : ni équienne, ni inéquienne. Actuellement la pinède peut être définie à "structure composite".

Un examen attentif et détaillé a mis en évidence que la pinède d'Alberese a pendant longtemps présenté les caractères d'un bois équienne en voie de devenir jardiné par petits bouquets ou très petits bouquets. Pendant ces dernières décennies un tel processus s'est presque bloqué.

Le traitement proposé tend à réactiver la régénération naturelle,

pour obtenir (en un temps plus ou moins long), un peuplement inéquien. Mais tel choix implique une gestion ponctuelle, assidue et attentive qui se concrétise en interventions graduelles et répétées à intervalles courts, en laissant sur les arbres, au moment de la récolte 20 % environ des cônes, en contrôlant les nombreux facteurs de perturbations (surtout la faune). En définitive, il faut appliquer les procédures et les règles du système sylvicole appelé "par coupes modulaires(2)" (Ciancio et al., 1981).

Même quand le processus pour obtenir une futaie jardinée se complètera, comme il est souhaitable, on aura toujours une structure irrégulière particulière, c'est-à-dire celle d'une espèce non longévive à tempérament héliophile, avec des caractéristiques intrinsèques, telles qu'elles permettent, en conditions bien déterminées, la régénération naturelle et la formation de types structuraux plus ou moins stratifiés (2,3 et même 4 couches) par juxtaposition de petits, ou plus souvent de très petits groupes d'arbres, ayant chacun âge, forme et dimensions différentes.

(2) par "taille modulaire", il faut comprendre une forme culturale définie comme une suite de coupes constituant un ensemble harmonique et organique dans lequel, en fonction des modifications provoquées dans le peuplement et des réactions de celui-ci aux événements, chacune des coupes varie dans le temps et dans l'espace afin de contrôler, orienter et guider l'évolution du couvert forestier dans le but d'optimiser la rénovation naturelle.

Le profil discontinu de la pinède, en couches sur petites surfaces, mis à part les énormes avantages d'ordre bio-écologique et sylvicole, provoque une grande rechute au point de vue du paysage et de la conservation. Tout cela est significatif quand on considère les fonctions et les finalités attribuées à tel ensemble boisé.

La "structure composite" comporte l'application opportune et délicate de soins sylvicoles appropriés dont les frais peuvent paraître inacceptables. Mais, les avantages sont nombreux. L'utilisation fréquente sur la même surface, des coupes d'amélioration



Photo 3 - Alberese. Pinède de pin pignon. Le traitement prévu est basé sur des interventions graduelles, continues et capillaires (coupes modulaires)

Photo R. Mercurio

et de modelage structural, ce qui représente d'autre part le point crucial du traitement, permettra :

1) la création de vides de petite surface, entre un arbre et l'autre, où se formeront de nouveaux groupes d'arbres ;

2) d'effectuer des coupes pour éliminer les arbres plus âgés sans provoquer de blessures excessives ou de graves troubles aux équilibres existants ;

3) d'éliminer les plantes malformées, endommagées et surabondantes ;

4) de favoriser l'implantation des jeunes plants par un contrôle périodique du maquis ;

5) d'augmenter la production de cônes par les opérations d'élagage ;

6) de vérifier constamment les effets des interventions exécutées en apportant, au besoin, les mesures correctives opportunes.

Une pinède de Pin pignon ainsi structurée et traitée aura de 90 à 130 arbres (en moyenne 110) par hectare de diamètre supérieur à 17,5 cm ; de 9 à 13 m² (en moyenne 11) de surface terrière ; de 60 à 100 m³ (en moyenne 80) de volume sur pied ; de 4500 à 7500 m² (en moyenne 6000) de

surface d'incidence⁽³⁾. Evidemment de tels chiffres sont indicatifs et peuvent varier avec les caractéristiques de la pinède et avec la fertilité du sol.

Au contraire, si on préfère ne pas réaliser d'interventions sylvicoles on peut prévoir dans un laps de temps plus ou moins court un processus de retour à une structure équienne et suivi par une avancée du Pin maritime.

La structure particulière de la pinède de Pin pignon d'Alberese doit être sauvée et maintenue pour sa valeur scientifique, historique, culturelle et paysagère.

On estime qu'un tel modèle sylvicole pourra être appliqué à d'autres complexes boisés puisqu'il assure une stabilité élevée de la communauté végétale et contribue à réduire les difficultés toujours plus grandes et plus évidentes qu'une grande partie des pinèdes de Pin pignon du littoral italien présente.

O.C., A.C., R.M., A.V.

(3) surface d'incidence : somme des surfaces des projections des cimes au sol net des superpositions.

Bibliographie

Ciancio O., Cutini A., Mercurio R., Veracini A., 1986 - *Sulla struttura della pineta di pino domestico di Alberese*. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura. Vol. XVII : 171-236.

Ciancio O., Mercurio R., Nocentini S., 1981 - *Le specie forestali esotiche per le relazioni fra arboricoltura da legno e selvicoltura*. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura. Vol. XII : 81-100.

Pavari A., 1954 - *Sul trattamento delle fustaie di pino domestico (Pinus pinea L.)*. Atti del Congresso nazionale di Selvicoltura. Vol. I, Accademia Italiana di Scienze Forestali. Firenze.

Rombai L., 1987 - *I valori naturalistici e storico-umani dei quadri forestali in Toscana, con particolare riferimento alla Maremma. Una traccia di geografia storica dei boschi*. Supplemento al n. 7-8 degli Atti del Museo Civico di Storia naturale. Comune di Grosseto.

Résumé

La recherche conduite dans la pinède de Pin pignon d'Alberese (Parc naturel de la Maremma - Toscana) a permis d'identifier quatre types structuraux : futaie mono-plane jeune (A) ; futaie bi-stratifiée par petits bouquets (B) ; futaie pluri-stratifiée par bouquets (C) ; futaie monoplane adulte (D).

La présence et la distribution de ces types structuraux est due à l'application d'un traitement particulier qui a amorcé le processus de régénération naturelle avec la création d'une pinède à "structure composite".

L'interruption des interventions sylvicoles, en même temps que d'autres facteurs, a bloqué ce processus. Pour le réactiver et ainsi regagner le niveau maximum de fonctionnalité biologique de la pinède, il faut appliquer une sylviculture fondée sur des interventions graduelles, continues et fines (coupes modulaires).

Ce traitement permettra à la pinède d'Alberese de se régénérer naturellement et de maintenir une "structure composite" structure exceptionnelle en Italie et qui doit être pour cela maintenue et préservée.

Riassunto

L'esperienza realizzata nella pineta di pino domestico (*Pinus pinea* L.) di Alberese, sita nel Parco Naturale della Maremma (Toscana), tende a definire una gestione delle pinete litoranee biologicamente ed ecologicamente più razionale, tale da superare le due concezioni tradizionali : il trattamento a taglio a raso e rinnovazione artificiale o

l'evoluzione della pineta verso altre formazioni vegetali naturali. Entrambe le soluzioni appaiono inaccettabili laddove si voglia conservare la copertura del suolo e mantenere la pineta al massimo livello di funzionalità biologica.

La pineta di Alberese fue costituita per semina diretta nella prima metà del 1800 al fine di fissare e colonizzare le dune e di proteggere le pianure retrostanti dai venti marini. La pineta è stata utilizzata per il frutto, il legno, il pascolo e la caccia. Attualmente riveste una notevole importanza dal punto di vista storico-paesaggistico e turistico-ricreativo.

La ricerca ha analizzato la struttura, il trattamento e le principali fasi del processo di rinnovazione naturale.

Sono stati individuati e descritti quattro tipi strutturali : A) fustaia monoplana giovane ; B) fustaia bistratificata a piccoli gruppi ; C) fustaia pluristratificata a gruppi ; D) fustaia monoplana adulta. La presenza di questi tipi strutturali è da mettersi in relazione con il trattamento applicato in passato. Periodicamente venivano eliminate le piante di maggiori dimensioni, quelle morte, le deperienti e poco fruttifere allo scopo di accrescere la produzione del frutto e di favorire il processo della rinnovazione naturale. A questi interventi si accompagnavano le potature delle piante rilasciate e il taglio parziale della macchia.

Attualmente la discontinua presenza dei vari tipi strutturali distinti e differenziati conferisce alla pineta una struttura peculiare : non coetanea e neppure disetanea, ma definibile come "struttura composita". Ai popolamenti coetanei (tipi A e D) si frappongono popolamenti a profilo bistratificato (tipo B) e pluristratificato (tipo C) per la giustapposizione, su superfici di 2000-3000 m², di gruppi (400-500 m²) o piccoli gruppi (100-200 m²) di piante di diverse classi cronologiche. Si tratta cioè di una struttura che si discosta signi-

ficativamente da quella dei litorali italiani di solito monoplana, coetanea poiché le pinete vengono di solito trattate a taglio a raso e rinnovazione artificiale posticipata.

Significativa è la presenza di rinnovazione naturale che si concentra nei tipi strutturali B e C e soprattutto in quelli coetanei radi (tipo D) con densità di 10-13 m² di area basimetrica ad ettaro, e comunque mai superiore a 16 m². Condizioni favorevoli allo sviluppo dei semenzali si hanno nelle interdune, dove si ha una maggiore disponibilità idrica estiva. Forte è la predazione del pinolo da parte della fauna selvatica e i semenzali una volta affermati sono danneggiati dal pascolo bovino e dagli ungulati.

La pineta di pino domestico di Alberese si è caratterizzata per lungo tempo come un bosco coetaneo in via di disetaneizzazione per piccoli o piccolissimi gruppi. In questi ultimi lustri tale processo si è praticamente bloccato (la rinnovazione si manifesta con intensità notevolmente inferiore rispetto al passato), per mancanza di interventi colturali, per eccessiva predazione del frutto da parte della fauna e per scarsità di seme di buona qualità.

Per salvaguardare la peculiare struttura e favorire il processo di rinnovazione naturale e riportare al massimo livello di funzionalità biologica della pineta, viene proposto un modello colturale basato su interventi graduali, continui e capillari. Applicando cioè le procedure e le regole del sistema selvicolturale definito a "tagli modulari". Una pineta così strutturata e trattata avrà da 90 a 130 (in media 110) piante ad ettaro con diametro superiore a 17,5 cm ; da 9 a 13 (in media 11) m² di area basimetrica ; da 60 a 100 (in media 80) m³ di massa ; da 4500 a 7500 (in media 6000) m² di area di insidenza.

Il modello presuppone una colturalità puntuale e la verifica degli effetti da questa provocati, il rilascio sulle piante di circa il 20 % delle pine, il controllo dei numerosi fattori disturbo (in primo luogo la fauna) e la parziale riduzione della macchia.

Gli oneri derivanti dall'applicazione di tale modello potrebbero apparire insostenibili e inaccettabili. Epperò, i vantaggi che ne conseguono sono tanti. Il frequente ritorno sulla medesima superficie, con tagli di miglioramento e di modellatura strutturale, che per altro configura il punto focale del trattamento, consentirà : 1) la creazione, tra una pianta e l'altra, di vuoti di piccola superficie, ove si formeranno nuovi gruppi di piante ; 2) di effettuare i tagli di svecchiamento senza provocare lacerazioni eccessive o gravi turbative agli equilibri esistenti ; 3) di eliminare le piante malformate, danneggiate, deperienti e sovrannumerarie ; 4) di favorire l'affermazione delle giovani piante con il periodico controllo della macchia ; 5) di incrementare la produzione di frutto con le operazioni di potatura ; 6) di verificare quasi costantemente gli effetti degli interventi eseguiti, apportando, qualora ve ne fosse bisogno, gli opportuni elementi correttivi.

Summary

The main object of the experimental trial carried out in the Alberese stone pine stands (Maremma Natural Parc) is to define ecologically and biologically sound management techniques for littoral pine stands that can overcome the two basic traditional silvicultural options: clear cutting and artificial regeneration or favouring natural evolution towards other vegetation types. Both these solutions appear inadequate when one aims at maintaining soil cover and at sustaining maximum biological efficiency of the pine stand.

The Alberese pine stands were created by sowing during the first half of the XIXth century; the aim was to colonize the sand dunes and to protect the coastal plains from the sea winds. The stands produced fruit and wood and provided grazing and hunting grounds. Today, the Alberese pine woods are important for historical reasons, land-

scape value and recreational use.

This research has analyzed stand structure, silvicultural treatment and natural regeneration processes.

Four structural types have been defined and described: A) young single-storeyed stands; B) two-storeyed stands with small age groups; C) multi-storeyed stands with age groups; D) adult single-storeyed stands. These structural types are the consequence of the silvicultural treatment that was followed in the past: periodically the biggest trees, dead trees and unproductive trees were felled, with the aim of increasing fruit production and of favouring natural regeneration.

Pruning of remaining trees and partial cutting of the "macchia" were usually carried out at the same time.

The discontinuous distribution and pattern of the various structural types confers to the stand a peculiar structure: neither even-aged or uneven-aged, but a "composite structure". Even aged stands (types A and D) are mixed with the two-storeyed (type B) and multi-storeyed (type C) stands, on areas of 2000-3000 m², with groups (400-500 m²) or small groups (100-200 m²) of trees of different age class. This type of structure is very different from most Italian coastal stone pine stands, usually single-storeyed and even-aged as a result of clear cutting and planting.

Significant is the presence of natural regeneration, concentrated in types B and C but mainly in the open even-aged stands (type D) with an average of 10-13 m² basal area per hectare (always lower than 16 m²). Good conditions for seed germination and seedling growth are found in the "interdunes", where water supply is higher during summer months. Pine nuts are eaten by wild boars and cows damage seedlings.

The Alberese stone pine stands have been for a long time in the process of becoming uneven-aged with small or very small groups. In the last 10-15 years this process has been practically stopped (natural regeneration levels are much lower than formerly) because silvicultural operations have been interrupted, wild animals heavily pedate on pine nuts and seed quality is worsened.

To maintain the peculiar structure of these stands, favour natural regeneration and regain maximum biological efficiency, the adoption of the "modular silvicultural system" that is a cultivation model based on continuous, gradual and capillar operations is here proposed. Thus number of trees per hectare will be between 90 and 130 (average 110) with DBH higher than 17,5 cm; from 9 to 13 (average 11) m² of basal area; from 60 to 100 (average 80) m³ volume; from 4500 to 7500 (average 6000) m² of crown cover.

This model is based on precise cultivation practices, such as leaving at least 20 % of the pine cones on trees, controlling the various disturbance factors (mainly wild animals) and partially cutting the "macchia".

The constraint posed by such a model could seem unacceptable, but its advantages are many.

The frequency with which these operations are carried out on the same surface is the basis for a continuous process of structural modelling, which results in 1) the creation of small gaps between the trees where small groups of regeneration will settle; 2) felling of old trees without creating major disturbance; 3) the elimination of damaged, malformed or ailing trees; 4) favouring survival and growth of young trees by controlling the "macchia"; 5) increasing fruit production by pruning; 6) analyzing and verifying the effects of the system, thus enabling one to eventually modify prescriptions.