

Une sylviculture pour le pin d'Alep des Aurès (Algérie)

par Abdallah BENTOUATI et Michel BARITEAU

Introduction

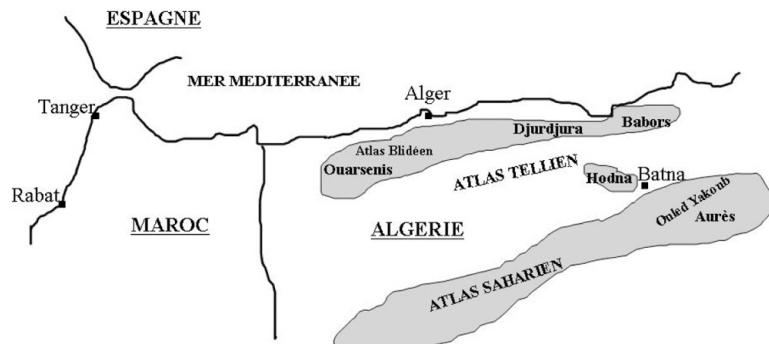
Le pin d'Alep couvre de très vastes surfaces sur l'ensemble du pourtour méditerranéen. La question de sa meilleure valorisation se pose ainsi pour tous les pays méditerranéens. Il existe bien quelques références sur la production de pin d'Alep en Afrique du Nord, mais elles sont peu nombreuses et peu récentes. Cet article vient à point nommé pour nous éclairer sur la question.

En Algérie, les forêts de pin d'Alep (ou pin blanc) couvrent plus de 850 000 hectares (MEZALI, 2003). Cette espèce qui est présente dans tous les étages bioclimatiques, depuis le littoral jusqu'à l'Atlas saharien, trouve son optimum de croissance essentiellement en zone semi-aride. Sa grande plasticité et son tempérament robuste ont fait d'elle une essence pionnière de grand reboisement.

Dans les Aurès, le pin d'Alep est très commun. Il forme de beaux peuplements qui occupent de grands massifs, tels celui des Béni-Imloul avec 75 000 hectares et des Ouled-Yakoub de plus de 20 000 hectares (Cf. Fig. 1). Dans cette zone, les potentialités de production de l'espèce sont élevées et sa prédominance nécessite un modèle de culture approprié.

Ces peuplements n'ont fait l'objet d'aucune intervention sylvicole adéquate, à l'exception des coupes rases suivies de plantations réalisées dans les parcelles âgées.

Le but de cette synthèse est de proposer un modèle de sylviculture moyenne basée sur les résultats d'une étude de la croissance et de la productivité de l'espèce, dans une partie du massif des Aurès (BENTOUATI, 2005).



Structure et conduite des peuplements

Le pin d'Alep de la zone d'étude présente une structure globale d'aspect jardiné avec des peuplements élémentaires composés de groupes ou de bouquets d'arbres à structure plus ou moins régulière.

On rencontre trois types de peuplements :

– peuplements bien venants occupant les stations fraîches, en mélange avec le chêne vert en forte proportion (Cf. Photo 1) ;

– peuplements assez clairs avec un sous-bois composé essentiellement par le romarin, la globulaire et le filaire (Cf. Photo 2) ;

– peuplements dégradés de faible densité, avec prédominance d'alfa, situés principalement sur les versants sud (Cf. Photo 3).

Les opérations sylvicoles à entreprendre doivent viser à la création de conditions écologiques favorables à la régénération naturelle et au maintien de l'équilibre si fragile de ces pinèdes. Le traitement qu'il convient donc d'adopter est évidemment celui qui assure en priorité la pérennité de la forêt.

Le régime de la futaie régulière est le plus souvent adopté en Algérie, car il est simple à appliquer et permet d'obtenir des peuplements sensiblement équilié. Toutefois, ce mode de traitement, lorsqu'il est basé sur l'exploitation de grandes surfaces, montre très souvent une déficience de la régénération naturelle qui n'arrive pas à s'installer à l'issue de la coupe finale, à blanc, du peuplement mûr. En plus, une coupe rase sur une grande étendue, peut, non seulement favoriser le développement excessif du sous-bois (taillis de chêne vert) qui concurrence les semis, mais peut aussi aggraver l'érosion du sol dans les zones dégradées.

Le régime de la futaie jardinée par bouquets serait le plus approprié. En pratique, il est conseillé de faire évoluer la forêt vers une



Fig. 1 (en haut) :
Localisation de la zone d'étude en Algérie

Photo 1 (ci-dessus) :
Peuplement bien venant occupant les stations fraîches, en mélange avec le chêne vert en forte proportion

Photo 2 (ci-contre) :
Peuplement assez clair avec un sous-bois composé essentiellement par le romarin, la globulaire et le filaire



futaie par parquets sur des surfaces élémentaires de 0,5 à 3 hectares (NEVEUX *et al*, 1986), ce qui revient finalement à régulariser le peuplement sur de petites surfaces (en Algérie, et pour des raisons de protection des sols, il est souhaitable de rester dans le bas de l'échelle proposée, soit 0,5 ha en moyenne, ou du moins de ne pas dépasser 2 ha).

Dans le cas des peuplements mélangés avec le chêne vert, ce régime permet de maintenir un étage dominant constitué principalement par le pin d'Alep en futaie et le chêne vert traité en taillis. Ce dernier constitue un couvert constant du sol, et améliore la fertilité de la station (NAHAL, 1962).

Régénération

Pour le type de traitement proposé, la pratique des trouées sur de petites surfaces améliore la réception de la lumière, favorisant ainsi le développement des semis de pin d'Alep (espèce héliophile stricte). La réalisation de coupes rases sur 20 à 30 m de diamètre est suffisante. Celles-ci pourront s'agrandir au fur et à mesure de la mise en place de la régénération (Cf. Photo 4).

Sur l'assiette de la coupe seront préservés des semenciers porte-graines pendant une durée de 3 à 5 ans, jusqu'à l'obtention totale de la régénération (ORAZIO, 1986). Ces semenciers sont sélectionnés parmi les arbres productifs, vigoureux, pas trop âgés et ils seront répartis uniformément. Une densité de 50 pins par hectare peut être considérée comme un seuil minimum (D'HANENS, 1998). Dans le cas où le chêne vert deviendrait envahissant, celui-ci doit subir un recépage.

L'installation de la régénération peut être facilitée aussi par un travail du sol comme le crochetage ou le labour sur des parcelles à faibles pentes (Cf. Photo 5).

Dans les zones dégradées comportant de vieux arbres en mauvais état sanitaire et où la régénération n'est plus possible, le repeuplement par plantation est recommandé.

De haut en bas :

Photo 3 :

Peuplement dégradé de faible densité avec alfa

Photo 4 :

La pratique des trouées sur de petites surfaces favorise le développement des semis de pin d'Alep

Photo 5 :

Le crochetage ou le labour peuvent faciliter la régénération sur des parcelles à faibles pentes



1 - Avec une fourchette de 10 à 20 m (Cf. Fig. 3)

Accroissements en volume

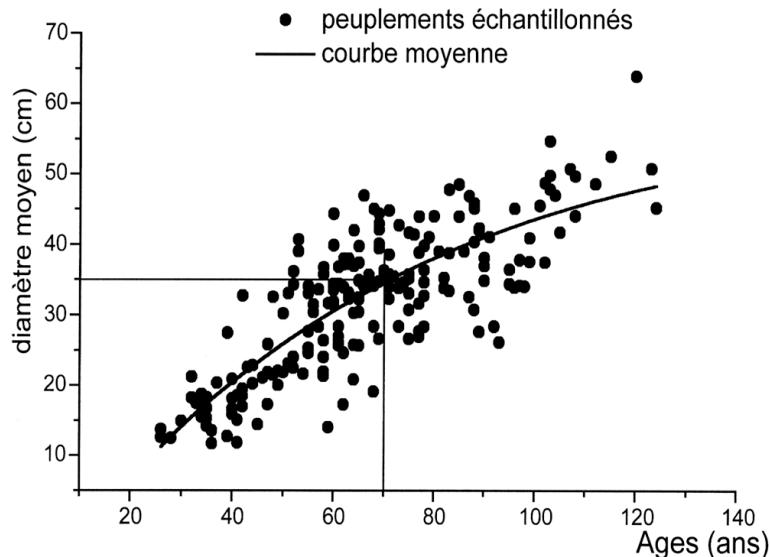
Les capacités de production des forêts naturelles de pin d'Alep sont relativement faibles, de 0,5 à 3-4 m³ /ha/an (BOUDY, 1950 ; SOULÈRES, 1975 ; CHAKROUN, 1986).

En France, PARDÉ (1957) rapporte une production de 4 m³ /ha/an sur des stations de fertilité exceptionnelle à un âge de 75 ans. Mais, en général les forestiers admettent pour les stations les plus favorables, une productivité moyenne du pin d'Alep de 2 m³/ha/an (BEDEL, 1986).

Une étude sur la production du pin d'Alep en Algérie a été menée récemment sur des placettes temporaires dans des peuplements équiennes, normalement denses et sans trouées, ainsi qu'à l'aide d'analyses de tiges (BENTOUATI, 2005). Les principaux résultats sont exposés ci-après.

Fig. 2 (ci-dessous) :
Evolution du diamètre moyen des peuplements en fonction de l'âge

Tab. I (en bas) :
Caractéristiques dendrométriques moyennes des peuplements échantillonnés à Ouled Yakoub



| Classe d'âge | A | Hdom | Hg | Dg | N/ha | G/ha | Vol/ha | Amv | Acv |
|--------------|-----|------|------|----|------|------|--------|------|------|
| 20-40 | 35 | 10,0 | 8,5 | 17 | 661 | 13,8 | 57,2 | 1,63 | 3,20 |
| 41-60 | 52 | 12,8 | 10,6 | 27 | 445 | 22,6 | 119,4 | 2,27 | 2,92 |
| 61-80 | 70 | 14,7 | 12,5 | 35 | 296 | 26,6 | 153,2 | 2,23 | 2,59 |
| 81-100 | 90 | 15,7 | 13,3 | 38 | 263 | 29,0 | 171,5 | 1,91 | 2,43 |
| 101-120 | 109 | 17,8 | 15,2 | 49 | 201 | 37,7 | 234,9 | 2,15 | 2,56 |

A = âge moyen des peuplements de la classe d'âge (ans),

Hdom = hauteur dominante (m),

Hg = hauteur de l'arbre de surface terrière moyenne (m),

Dg = diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne (cm),

N/ha = nombre de tiges à l'hectare,

G/ha = surface terrière à l'hectare (m²/ha),

Vol/ha = volume par hectare (m³/ha),

Amv = accroissement moyen en volume (m³/ha/an),

Acv = accroissement courant en volume (m³/ha/an)

L'accroissement moyen en volume de la pinède de Ouled-Yakoub varie de 0,5 m³/ha/an à 4,8 m³/ha/an. Il est en moyenne de 2 m³/ha/an pour un âge moyen de 70 ans. Le maximum d'accroissement moyen est atteint vers 50 ans. Le diamètre d'exploitabilité valable pour une production de bois d'œuvre est généralement supérieur à 35 cm (BEDEL, 1986 ; ORAZIO). A Ouled-Yakoub, ce diamètre est obtenu entre 70 et 90 ans selon les sites. Il correspond à un volume sur pied de 153 à 172 m³ /ha (Cf. Tab. I). Pour une zone de fertilité moyenne, le diamètre de 35 cm correspond à un âge d'exploitabilité de 70 ans (Cf. Fig. 2).

Croissance en hauteur

A partir d'un certain âge, la vigueur du pin d'Alep diminue et le rythme de croissance en hauteur commence à ralentir (NICAULT *et al.*, 2002). Ce ralentissement dépend en grande partie de la fertilité du site. En Tunisie, il est précoce vers l'âge de 50-70 ans (SOULÈRES, 1969). Dans les pays méditerranéens européens, la fertilité du pin d'Alep diminue à partir de 80 ans (BEDEL, 1986). DOUHERET (1992) estime que la mise en exploitation des peuplements de pin d'Alep devra être entamée avant 80 ans pour permettre une régénération naturelle convenable.

En comparaison avec ces stations, les accroissements en hauteur obtenus à partir des analyses de tiges à Ouled Yakoub révèlent une diminution notable de la croissance en hauteur au-delà de 70 ans pour toutes classes de fertilité confondues (croissances inférieures à 10 cm/an). La hauteur moyenne approche alors les 15 mètres¹ (Cf. Fig. 3). Au même âge, l'accroissement moyen en volume des peuplements commence aussi à diminuer et les stations fertiles arrivent à leur maximum de production.

Caractéristiques des éclaircies

Les préconisations sylvicoles résultent d'une part des pratiques sylvicoles appliquées sur le pin d'Alep dans la région et d'autre part sur la structure observée des peuplements étudiés. Les éclaircies proposées seront sélectives et par le bas. Elles sont

de faibles intensités et réalisées dès l'âge de 20 ans. Elles ne doivent être ni brutales, ni trop fréquentes.

Après un dépressage réalisé pour abaisser la densité initiale de la régénération, le nombre de tiges se stabilise entre 800 et 900 tiges à l'hectare pour un âge compris entre 20 et 30 ans selon les stations. L'intensité des interventions est de l'ordre de 33 % du volume sur pied à enlever à la première éclaircie, à l'âge de 20 ans pour la 1^{ère} classe de fertilité, de 25% pour les classes 2 et 3, à 30 ans, et de 19% pour la classe de fertilité 4, à l'âge de 40 ans. Cela correspond respectivement à un pourcentage d'arbres à prélever de 51%, 38% et 29 %.

Le modèle de gestion proposé prévoit quatre niveaux de production établis selon les fertilités rencontrées. En pratiquant ce mode de traitement, le maximum d'accroissement moyen annuel en volume varie de 4,4 m³/ha/an pour la première classe de fertilité à 70 ans à 1,4 m³/ha/an pour la quatrième à 90 ans. Ces deux classes correspondent respectivement à des diamètres d'exploitabilité de 45 cm et de 28 cm. Dans les classes intermédiaires, cet accroissement est de 3,3 m³/ha/an en classe 2 pour un diamètre d'exploitabilité de 38 cm à 70 ans, et de 2,3 m³/ha/an en classe 3 pour un diamètre d'exploitabilité de 34 cm à 80 ans (Cf. Tab. II).

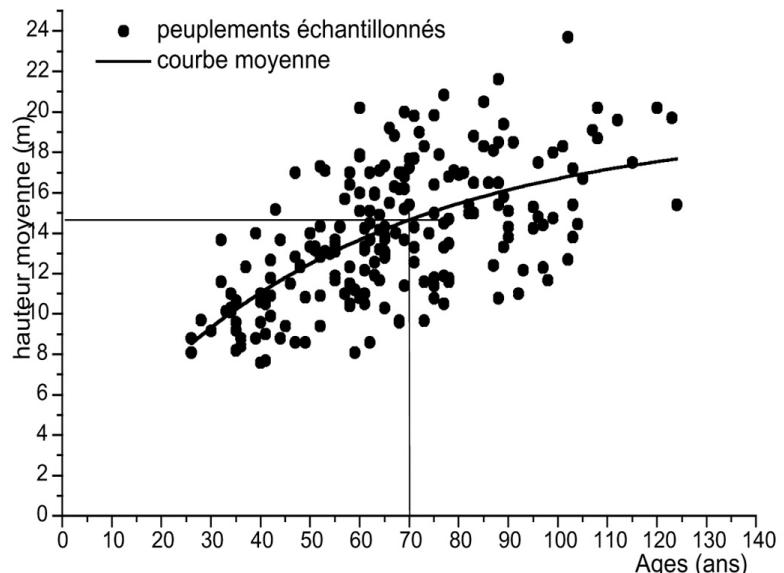
En fin de cycle, le nombre d'arbres à exploiter serait de 196, 228, 237 et 265 pour les différentes classes de fertilité.

Pour atteindre les dimensions d'exploitabilité envisagées, les coupes d'éclaircie se succéderont à une rotation de 10, voire de 15 ans lorsque les conditions de station sont mauvaises.

COUHERT et DUPLAT (1993) ont préconisé une intensité forte des éclaircies qui enlèveraient à 60 ans, 43 % du nombre de tiges pour la première classe de fertilité, et 60 % pour la dernière.

Dans le massif des Béni-Imloul, FRANTZ et FORSTER (1979) ont pratiqué une éclaircie forte par le haut. Ce choix était justifié principalement par l'âge avancé de la majeure partie de la pinède et l'état sanitaire des arbres fortement attaqués par le polypore.

Compte tenu du régime de sylviculture retenu et pour un peuplement de classe moyenne, le calendrier suivant des éclaircies est recommandé (Cf. Tab. III ci-contre).



Conclusion

Le régime de la futaie par parquets conviendrait le mieux à ce type de forêt déjà structurée par bouquets. Ce régime, s'il est appliqué à des parquets de petite taille (de 0,5 ha à 2 ha) contribue à conserver les meilleures conditions physiques du sol et constitue un couvert pour les jeunes semis.

La régénération est pratiquée par coupes rases en petites surfaces dans les peuplements arrivés à maturité. Ces trouées s'agrandissent au fur et mesure de l'évolution du semis accompagnée d'une mise en défens de 10 à 20 ans.

Fig. 3 :
Evolution de la hauteur moyenne des peuplements en fonction de l'âge

Tab. II :
Résultats de la sylviculture proposée pour les quatre classes de productivité

| Classe de productivité | H70 | Age (ans) | A.m.m | P.T | Dg | N /ha |
|-------------------------|-----|-----------|-------|-------|------|-------|
| 1 ^{ère} classe | 19 | 70 | 4,4 | 307,7 | 45,0 | 196 |
| 2 ^e classe | 16 | 70 | 3,3 | 229,6 | 38,0 | 228 |
| 3 ^e classe | 13 | 80 | 2,3 | 184,3 | 34,0 | 237 |
| 4 ^e classe | 10 | 90 | 1,4 | 124,0 | 28,0 | 265 |

H70 = Hauteur dominante à 70 ans (m), A.m.m= Accroissement moyen maximum (m³/ha/an), Pt= Production totale (m³/ha), Dg= diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne (cm), N/ha= Nombre d'arbres par hectare

| Age (ans) | 30 | 50 | 70 | Entre 70 et 90 ans |
|------------------------------------|-----|-----|-----|--|
| Nombre d'arbres/ha après éclaircie | 700 | 380 | 260 | Coupe finale : en moyenne 200 arbres/ha à récolter |

Tab. III : Calendrier des éclaircies

Abdallah
BENTOUATI
Université de Batna
Département
d'Agronomie
05000 Batna Algérie

Michel BARITEAU
Unité de recherches
forestières
méditerranéennes
INRA Avignon
Av. Vivaldi
84000 Avignon

Dans les parcelles dégradées où la régénération naturelle n'est plus possible, le repeuplement artificiel par semis direct ou par plantation est indispensable.

Le travail du sol par crochetage ou par labour augmente les réserves en eau ainsi que l'expansion racinaire nécessaires à la survie des jeunes plants.

L'âge d'exploitabilité varie entre 70 et 90 ans pour des diamètres moyens, selon les classes de fertilité, de 28 à 45 cm.

A.B., M.B.

Bibliographie

- BENTOUATI (2005) : Croissance, productivité et aménagement des forêts de pin d'Alep (*Pinus halepensis* M.) du massif de Ouled Yakoub (Khenchela-Aurès). Thèse de doctorat d'Etat en Sciences Agronomique, Université Colonel El Hadj Lakhdar, Batna, Algérie. 119p + annexes.
- BEDEL J. (1986) : Aménagement et gestion des peuplements de pin d'Alep dans la zone méditerranéenne française. Options Méditerranéennes. Série Etude CIHEAM 86/1, 127-156.
- BOUDY P. (1950) : Economie forestière Nord-Africaine. Monographies et traitements des essences forestières. Fascicule II. Ed. Larose, Paris, 529-878
- CHAKROUN M.L. (1986) : Le pin d'Alep en Tunisie. Options Méditerranéennes. Série Etude CIHEAM 86/1, 25-27.
- COUHERT B. et DUPLAT P. (1993) : Le pin d'Alep. Rencontres forestiers-chercheurs en forêt méditerranéenne. La Grande-Motte (34), 6-7 octobre 1993. Ed. INRA, Paris 1993. (les colloques n° 63), 125-147.
- D'HANENS G. (1998) : Les peuplements mixtes de pin d'Alep et chênes en Provence. Forêt Méditerranéenne T XIX, N° 3, 261-266.
- DOUHERET J. (1992) : Pin d'Alep ; Comment choisir une sylviculture ? Forêt Méditerranéenne T XIII, N° 3, 216-219.
- FRANZ F. et FORSTER H. (1979) : Table de production de pin d'Alep pour les Aurès (Algérie). Chaire de la production forestière de l'université de Munich, 114 p.
- MEZALI M. (2003) : Rapport sur le secteur forestier en Algérie. 3^e session du forum des Nations Unis sur les forêts, 9 pages.
- NAHAL I. (1962) : Le pin d'Alep, étude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole. Ann. E.N.E.F. Sta. Rech. Exp. 19 (4) 473-684.
- NEVEUX M. DUHEN L. M. CORTI J.M. DEVAL-LOIS P. FONTANEL J.L. et BOISEAU P. (1986) : Plaidoyer pour une sylviculture du Pin d'Alep Par les techniciens du terrain. Forêt Méditerranéenne T VIII N° 1, 13-18.
- NICAULT A. RATHGEBERG C. TESSIER L. et THOMASD A (2002) : Observation sur la mise en place du cerne chez le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) : Confrontation entre les mesures de croissance radiale, de densité et les facteurs climatiques. Ann. For. Sci. 58. 759-784.
- ORAZIO C. (1986) : Sylviculture du pin d'Alep. Options Méditerranéennes. Série Etude CIHEAM 86/1, 47-54.
- PARDE J. (1957) : La productivité des forêts de pin d'Alep en France. Ann. E.N.E.F de la Stat. Rech. Exp. 15 (2), 367-414.
- SOULERES G. (1969) : Le pin d'Alep en Tunisie : Annales de l'Inst. Nat. Rech. Forest. Tunisie. Vol 2. Fasc.126 p.

Résumé

En Algérie la forêt de pin d'Alep (ou pin blanc) couvre plus de 850 000 ha et a, pour l'essentiel, une structure jardinée par bouquets.

Cet article fait la synthèse d'une étude menée sur la croissance et la productivité de l'espèce dans le massif des Aurès sur des placettes temporaires, ainsi qu'à l'aide d'analyses de tiges. L'accroissement en hauteur diminue notablement à partir de 70 ans. A cet âge, la hauteur moyenne approche les 15 mètres et l'accroissement moyen en volume des peuplements commence aussi à diminuer. Il atteint en moyenne 2 m³/ha/an pour un âge moyen de la pinède de 70 ans.

Le régime sylvicole proposé est celui de la futaie par parquets de taille comprise entre 0,5 ha et 2 ha. La régénération naturelle par petites trouées donne de bons résultats, qui peuvent être encore améliorés par un travail du sol par crochetage ou labour. Elle peut être obtenue en 3 à 5 ans en agrandissant progressivement la taille des trouées. Après un dépressage sur la régénération abaissant le nombre de tiges entre 800 à 900 tiges à l'hectare, les éclaircies proposées commenceront dès l'âge de 20 ans dans les meilleures classes de fertilité. Elles seront sélectives et interviendront par le bas. Le modèle de gestion proposé prévoit quatre niveaux de production établis selon les fertilités rencontrées : de 4,4 m³/ha/an à 70 ans pour la première classe de fertilité, à 1,4 m³/ha/an pour la classe médiocre à un âge de 90 ans.

Summary

Silviculture to suit the Aleppo pine in the Aurès region of Algeria

In Algeria the Aleppo pine (or white pine) covers more than 850,000ha which in the main grow in well-maintained groves.

This article presents a synthesis of a study carried out on the growth and productivity of the species planted in temporary plots in the Aurès hill country and, also, on stem and twig analysis. The increase in height dopped considerably after 70 years of age, attaining at this age the average height of about 15 meters. The average volume of the stands also began to diminish at this age, reaching on average 2m³/ha/yr.

The silvicultural framework for growing the species proposed here is high standards in clusters of between 0.5 ha – 2 ha with selective cutting. Natural self-seeding in small clearings has given good results which can be improved by working the soil by scraping or ploughing. Renewal can be achieved in 3 to 5 years by progressive extention of the clearings. After a thinning of the seedlings to limit the numbers to 800 – 900 per hectare, culling is proposed, beginning with the most fertile stands at 20 years of age. This culling will be selective and start at the lower end. The management model proposed envisages four levels of production based on the degree of fertility observed : from 4.4m³/ha/yr at 70 years of age for the most fertile class to 1.4 m³/ha/yr for the mediocre class at 90 years of age.

Riassunto

Una silvicoltura per il pino d'Aleppo degli Aurès (Algeria)

In Algeria la foresta di Pino d'Aleppo (o pino bianco) copre più di 850 000 ha e ha, essenzialmente, una struttura coltivata a giardino con boschetti.

Questo articolo fa la sintesi di uno studio condotto sulla crescenza e la produttività della specie nel massiccio degli Aurès su piazzette temporanee, e anche con l'aiuto dell'analisi dei fusti. L'accrescimento in altezza diminuisce notevolmente dagli 70 anni. A questa età, l'altezza media avvicina i 15 metri e l'accrescimento medio in volume dei popolamenti incomincia pure a diminuire. Raggiunge in media 2 m³/ha/anno per un'età media della pineta di 70 anni.

Il regime silvicolo proposto è quello della fustaia da recinti di statura compresa tra 0,50 ha e 2 ha. La rigenerazione naturale da piccole radure dà buoni risultati, che possono essere ancora migliorati da un lavoro del suolo da scasso o aratura. Può essere ottenuta in 3 a 5 anni allargando progressivamente la dimensione delle radure. Dopo un diradamento sulla rigenerazione abbassando il numero dei fusti tra 800 e 900 fusti per ettaro, le radure proposte cominceranno fin dall'età di 20 anni nelle migliori classi di fertilità. Saranno selettive e si faranno dal basso. Il modello di gestione proposto prevede quattro livelli di produzione stabiliti secondo le fertilità incontrate : da 4,4 m³/ha/anno a 70 anni per la prima classe di fertilità, fino a 1,4 m³/ha/anno per la classe mediocre a un'età di 90 anni.