

# Dynamiser la gestion du pin d'Alep

## Etude prospective de la ressource et mécanisation de la récolte en Provence-Alpes-Côte d'Azur

par Stéphane GRULOIS, Joseph PEETERS et Alain THIVOLLE-CAZAT

***Début 2004, une première Fiche Informations-Forêt (publication de l'AFOCEL) était publiée sur le pin d'Alep<sup>1</sup>. Cette fiche apportait des informations générales sur cette essence résineuse typiquement méditerranéenne. Elle présentait également le Groupe Pin d'Alep, groupe de travail informel, mis en place pour valoriser et dynamiser cette ressource. En 2005, une deuxième fiche<sup>2</sup> présentait les résultats de deux nouvelles études menées par l'AFOCEL sur le pin d'Alep : une étude prospective de la ressource en pin d'Alep en région Provence-Alpes-Côte-d'Azur et une autre sur les éclaircies et la mécanisation de l'exploitation en pin d'Alep. Grâce à l'aimable autorisation de l'AFOCEL, nous vous présentons ici une synthèse de ces deux fiches.***

Faute de rentabilité et de perspectives de valorisation des bois, la sylviculture généralement pratiquée par les propriétaires de forêts de pin d'Alep ne répond pas aux critères qualifiant la gestion durable, notamment sur les aspects économiques. Une mobilisation plus importante des bois nécessiterait de répondre aux questions que se posent les gestionnaires sur :

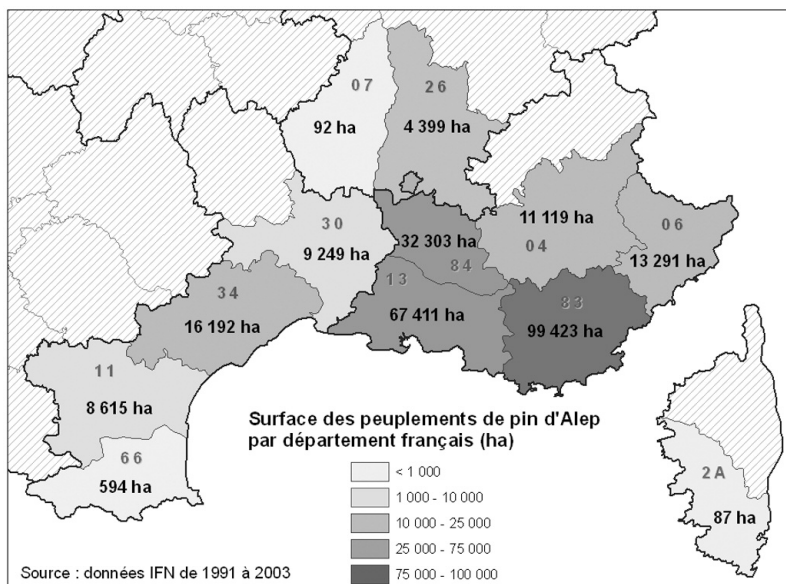
- les itinéraires techniques à pratiquer pour rendre cette ressource pérenne. Les peuplements mixtes chênes-pins sont souhaitables parce qu'ils présentent de nombreux avantages, mais il faut définir des méthodes de renouvellement adaptées ;
- la mise au point de pratiques sylvicoles permettant de faire face aux aléas liés aux incendies et aux maladies (chancres surtout) ;
- la possibilité de rendre cette essence plus rentable pour les propriétaires en développant de nouveaux débouchés et en améliorant l'économie des interventions sylvicoles tout au long de la vie des peuplements.

Cette "intensification" de la sylviculture doit être compatible avec les nombreuses attentes écologiques et sociales vis-à-vis de la pinède (fonction récréative, biodiversité, paysage, interface forêt/ville, etc.).

Un Groupe "Pin d'Alep" (Cf. Encadré p. 33), constitué en 2001 par les principaux organismes de recherche, d'études et de gestion de la forêt méditerranéenne, s'est donné pour objet d'apporter des éléments de réponse aux problématiques spécifiques du pin d'Alep présentées ci-dessus, en s'engageant autour d'un objectif commun : assurer la pérennité de la ressource en pin d'Alep et dynamiser sa gestion.

1 - AFOCEL 2004 - Fiche Informations - Forêt n°682 "Dynamiser la gestion de pin d'Alep en PACA"

2 - AFOCEL 2005 - Fiche Informations - Forêt n°717 "Le pin d'Alep en région PACA : étude prospective de la ressource et mécanisation de la récolte"



**Fig. 1 :**  
Répartition du pin d'Alep  
en France  
(d'après les inventaires  
IFN de 1984 à 1996)

Dans ce cadre-là, deux études ont été menées par l'AFOCEL. Elles concernent la ressource et la mobilisation de cette essence :

- une étude prospective de la ressource en pin d'Alep en région Provence-Alpes-Côte-d'Azur : à partir d'une simulation basée sur les résultats de l'Inventaire forestier national et de scénarios sylvicoles définis avec les gestionnaires forestiers, les volumes disponibles en pin d'Alep en région Provence-Alpes-Côte-d'Azur (PACA) ont été estimés pour les quatre prochaines décennies ;

- une étude sur les éclaircies et la mécanisation de l'exploitation en pin d'Alep : un dispositif expérimental de suivi de différentes modalités d'éclaircies a été au préalable défini. La coupe a été réalisée à l'aide d'un combiné d'abattage et suivie par l'AFOCEL, ce qui nous permet de disposer d'une première série d'informations sur la mécanisation de cette essence.

Ces deux études sont présentées dans cet article, après quelques informations d'ordre général sur le Pin d'Alep.

## La place du pin d'Alep en France

Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) fait partie intégrante du paysage méditerranéen français.

Sa présence dans cette région entraîne de nombreuses polémiques : il est accusé de prendre la place des espèces locales, de remplacer les forêts de chêne et d'être un propagateur de feu hors du commun.

La déprise agricole de ces dernières décennies a fortement favorisé la progression de cette espèce héliophile au caractère très pionnier.

## Le pin d'Alep dans le Var : un exemple d'évolution sur les 25 dernières années

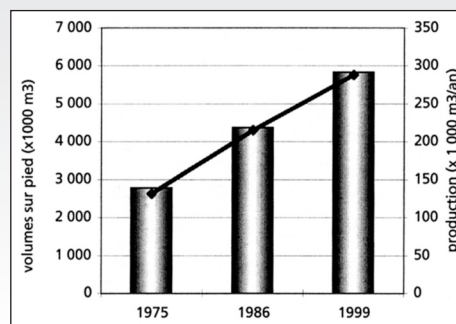
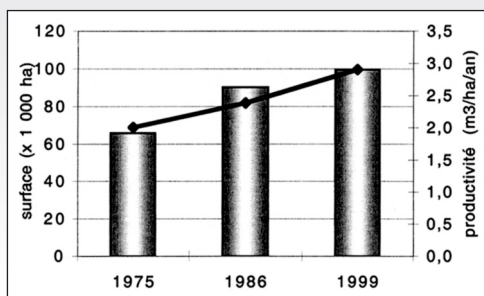
Avec une superficie boisée de plus de 350 000 ha, le département du Var a un taux de boisement de 58,3 %. Le pin d'Alep est l'essence la plus abondante et s'étend sur près de 100 000 ha.

La répartition des surfaces boisées de pin d'Alep entre propriétés privée et publique montre bien l'importance de la colonisation des terres agricoles abandonnées : 10 % des surfaces de pin d'Alep sont en forêts soumises contre 90 % en forêts privées.

La progression du pin d'Alep dans le Var se traduit par une augmentation de la surface occupée (+ 51 % en 25 ans) et une augmentation de productivité (+ 44 % en 25 ans). La combinaison de ces deux évolutions fait que le volume sur pied et la production annuelle ont plus que doublé en 25 ans.

**Fig. 2 (ci-contre, à gauche) :**  
Evolution de la surface (bâtons) et de la productivité (courbe) du pin d'Alep dans le Var

**Fig. 3 (ci-contre, à droite) :**  
Evolution du volume sur pied (bâtons) et de la production annuelle (courbe) du pin d'Alep dans le Var  
Source IFN, 1999



## Aire de répartition

L'aire de répartition du pin d'Alep et ses limites s'expliquent par une très grande résistance à la sécheresse et par une forte sensibilité aux températures basses.

Cette aire s'étend sur 3,5 millions d'hectares, occupe presque tout le pourtour de la Méditerranée, excepté du côté du Moyen-Orient, où le pin d'Alep est remplacé par son proche cousin, le pin brutia.

En France, sa présence remonte à 5 millions d'années, mais il devait s'étendre à l'origine sur une aire très réduite. En 1996, il occupait plus de 240 000 ha et on le retrouve essentiellement dans les régions Provence-Alpes-Côte-d'Azur et Languedoc-Roussillon. Il ne dépasse pas les 300 à 600 mètres d'altitude.

## Croissance et productivité

Le pin d'Alep peut vivre jusqu'à 150 ans. Sa hauteur maximale dépasse rarement les 20 mètres. On estime souvent l'âge optimal d'exploitation à 70 ans, car au-delà de cette limite, la production de graines en vue de la régénération semble se déprécier sensiblement. La croissance du pin d'Alep reste cependant soutenue passé cet âge.

La productivité moyenne des peuplements se situe aux alentours de 2,3 m<sup>3</sup>/ha/an. Sur de bonnes stations, elle peut dépasser 5 m<sup>3</sup>/ha/an, ce qui, dans ces conditions, ferait du pin d'Alep l'espèce méditerranéenne la plus productive.

## Accroissement et récolte en Provence-Alpes-Côte d'Azur

L'accroissement annuel des peuplements de pin d'Alep est estimé à 543 000 m<sup>3</sup> en PACA (AFOCEL, 2005). Une étude (VENNETIER *et al* ; 1999) sur l'évolution de la croissance du pin d'Alep dans le temps montre que l'évolution climatique (augmentation de la température moyenne annuelle, augmentation du taux de CO<sub>2</sub> atmosphérique) associée à une colonisation de terrains plus riches (terres agricoles) ont entraîné une augmentation nette de la productivité.

Sans variation de surface, une augmentation annuelle constante de la productivité, équivalente à celle observée jusqu'à aujourd'hui, entraînerait dans 30 ans une

## Le groupe pin d'Alep : pour un programme de recherche coordonné

La complexité des problèmes posés aux gestionnaires rend nécessaire un rapprochement des organismes pour définir un programme concerté de recherche fondamentale et appliquée, au sein d'un groupe informel "pin d'Alep" (GPA) et pour mieux communiquer en direction des gestionnaires sur les résultats obtenus. A plusieurs reprises, les représentants de différents organismes de recherche ou de gestion se sont réunis pour élaborer un programme de travail sur le pin d'Alep. Les différents partenaires concernés sont :

- les centres de recherche : AFOCEL, Cemagref, IMEP (Institut méditerranéen d'écologie et de paléoécologie), INRA (Institut national de la recherche agronomique) ;
- les organismes intervenant directement ou indirectement dans la gestion des massifs à pin d'Alep : CRPF (Centre régional de la propriété forestière), OGEC, ONF (Office national des forêts) ;
- les administrations et collectivités : DDAF (Direction départementale de l'agriculture et de la forêt), DRAF (Direction régionale de l'agriculture et de la forêt), DIREN (Direction régionale de l'environnement), Parcs naturels régionaux, Région et Départements.

Quatre thèmes, proposés par les membres, constituent les priorités du GPA. Ils sont présentés sur le diagramme qui suit :

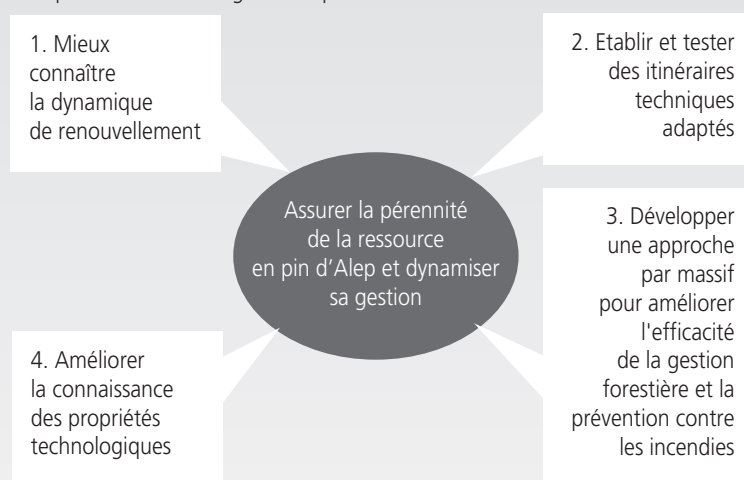


Fig. 4 :

Le Groupe Pin d'Alep : quatre grands thèmes directeurs pour un objectif commun

Au lancement du GPA, quatre actions ont pu démarrer, avec le soutien financier du Conseil régional de la région PACA, elles concernaient :

- le fonctionnement des écosystèmes à pin d'Alep et chêne vert (INRA),
- les propriétés technologiques et les possibilités de transformation du pin d'Alep (CIRAD),
- l'étiologie du chancre du pin d'Alep *Crumenolopsis sororia* (CRPF/IMEP)\*,
- les coûts et influences d'éclaircies dynamiques dans un peuplement de pin d'Alep (ONF/AFOCEL). Cette étude est détaillée dans cet article.

Depuis, d'autres études ont été programmées :

- une étude prospective de la ressource (AFOCEL),
- une étude de la régénération dans les coupes anciennes (ONF),
- une étude sur les techniques permettant l'acquisition et le développement de la régénération naturelle du pin d'Alep (ONF/Cemagref).

\* Cf. *Forêt Méditerranéenne T. XXV, n°1 mars 2004* : Nathalie MARTINEZ, *Recherche du déterminisme géographique et écologique de la maladie chancreuse du pin d'Alep - Région Provence-Alpes-Côte d'Azur*, pp. 15-24



**Photo 1 (ci-dessus) :**  
Avec 220 000 m<sup>3</sup> par an,  
le pin d'Alep est  
la deuxième ressource  
de PACA après le pin  
sylvestre  
*Photo AFOCEL*

**Fig. 5 (ci-dessous) :**  
Aire de répartition  
et disponibilité du pin  
d'Alep en PACA :  
une part largement  
dominante se situe  
en forêt privée.

production supplémentaire estimée à 180 000 m<sup>3</sup>/an en France.

La récolte annuelle est estimée entre 50 000 et 100 000 m<sup>3</sup>. On observe donc une très forte capitalisation en bois sur pied.

L'exploitation des massifs de pin d'Alep est encore majoritairement manuelle. La mécanisation du bûcheronnage a fait son apparition ces dernières années, mais reste encore très minoritaire.

## Etude prospective de la ressource en pin d'Alep dans la région Provence-Alpes- Côte-d'Azur

Cette étude, financée par la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA), la Direction régionale de l'agriculture et de la forêt PACA et le GIE Tembec R&D Kraft, a permis, à la lumière des résultats les plus récents de l'Inventaire forestier national, de réactualiser les informations concernant cette essence qui représente un potentiel forestier important dans plusieurs départements de la région PACA.

Elle a également permis d'évaluer les volumes disponibles pour les années à venir.

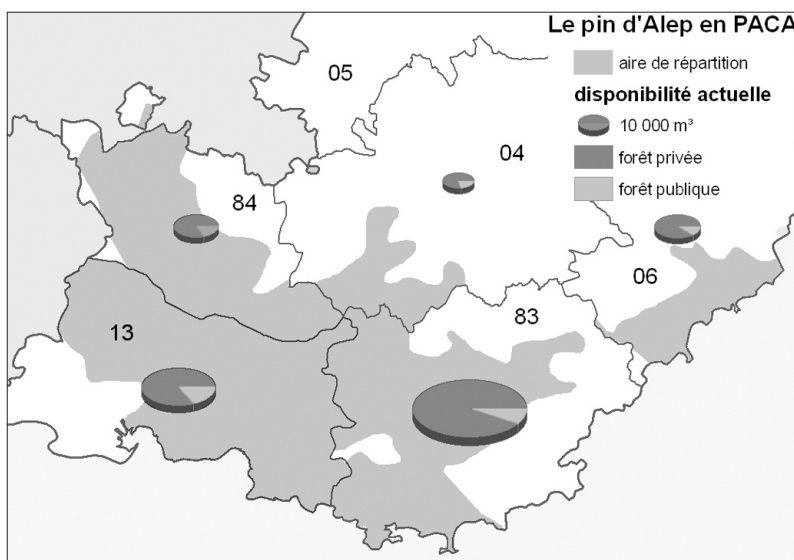
### *Les peuplements de pin d'Alep les plus productifs sont les plus jeunes*

Au premier abord, la distribution des classes d'âge apparaît relativement équilibrée malgré un certain déficit en jeunes peuplements. Après avoir réparti les peuplements en fonction de leur classe de fertilité<sup>1</sup>, il apparaît que la fertilité moyenne des peuplements diminue avec l'âge.

Cette distribution est liée au fait que le pin d'Alep colonise des terres abandonnées par l'agriculture, plus fertiles que la moyenne des terrains forestiers. Au cours de sa phase d'expansion, le pin d'Alep a d'abord colonisé les plus mauvaises terres ou les pâturages, abandonnés les premiers. Au fil du temps, des terres plus fertiles ont été délaissées, conduisant à cette distribution des classes de fertilité dans les catégories d'âge.

### *La récolte actuelle en pin d'Alep*

Le tableau I donne la répartition de la récolte de pin d'Alep par département, estimée à partir de l'Enquête annuelle de branche.



1 - La répartition a été réalisée en comparant le couple hauteur/âge du peuplement avec la courbe de croissance en hauteur des tables de production de l'ONF pour le pin d'Alep. Trois groupes de fertilité ont ainsi été définis (fertilité haute, moyenne et basse).

A l'heure actuelle, la valorisation quasi exclusive du pin d'Alep est le bois de trituration à destination de l'usine de pâte à papier Tembec à Tarascon.

La production biologique étant supérieure à 530 000 m<sup>3</sup>/an, on voit que cette essence est largement sous-exploitée.

Cette sous-exploitation peut s'expliquer de plusieurs façons :

- les peuplements situés dans la plus mauvaise classe de fertilité (classe 3) ne font a priori l'objet d'aucune sylviculture et leur récolte est certainement très limitée (mauvaise conformation et difficulté d'accès), ceci malgré une production non négligeable (100 000 m<sup>3</sup>/an) ;

- les incendies occasionnent une perte de bois qui peut atteindre quelques dizaines de milliers de mètres cubes par an ;

- enfin, les peuplements récoltés (classes de fertilité 1 et 2) sont encore relativement jeunes et ne font pas encore l'objet d'exploitation importante, alors qu'ils capitalisent du volume sur pied.

La difficulté d'exploitation est également un frein à la mobilisation des bois :

- difficulté physique (pente, distance de débardage, présence d'obstacles dans les parcelles). Cependant, les données de l'IFN montrent que 85% de la disponibilité sont situés sur des parcelles d'exploitabilité facile à moyenne ;

- difficulté structurelle : plus de 80 % de la surface est en forêt privée et un tiers des ensembles forestiers de la région PACA appartenant à un même propriétaire font moins de 4 ha. L'urbanisation croissante dans la zone d'implantation du pin d'Alep et le mitage des zones forestières empêchent également l'exploitation d'une partie de la ressource.

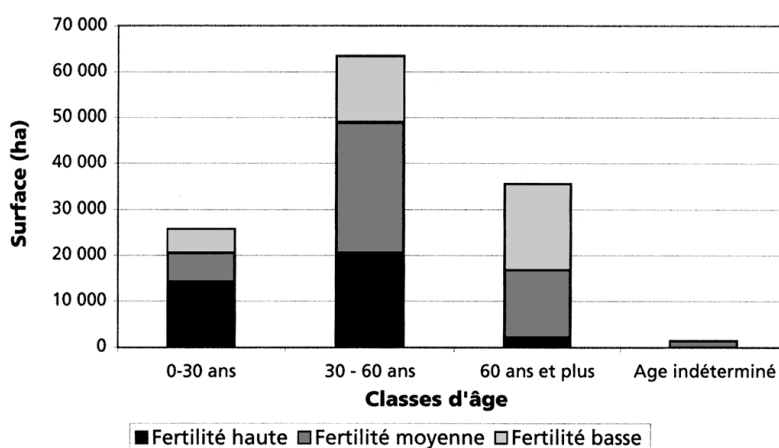
D'autres éléments tels que la faible valorisation des bois ou l'absence de passé forestier (massif jeune issu de la colonisation naturelle des terres agricoles abandonnées) jouent également un rôle important dans la sous-exploitation de ce massif de pin d'Alep.

### Estimation de la récolte potentielle de 2005 à 2050

Pour calculer la disponibilité (récolte potentielle), la croissance des peuplements a été simulée en augmentant chaque année le volume sur pied de leur production biologique et en retranchant la récolte en éclaircie, jusqu'à la coupe rase où la totalité du volume est récoltée.

Département	Récolte moyenne de 1999 à 2003 (m <sup>3</sup> /an)
Alpes-de-Haute-Provence	5 600
Alpes-Maritimes	900
Bouches-du-Rhône	30 200
Var	51 000
Vaucluse	18 500
Total région PACA	106 200

**Tab. I :**  
Estimation de la récolte commercialisée en pin d'Alep en PACA



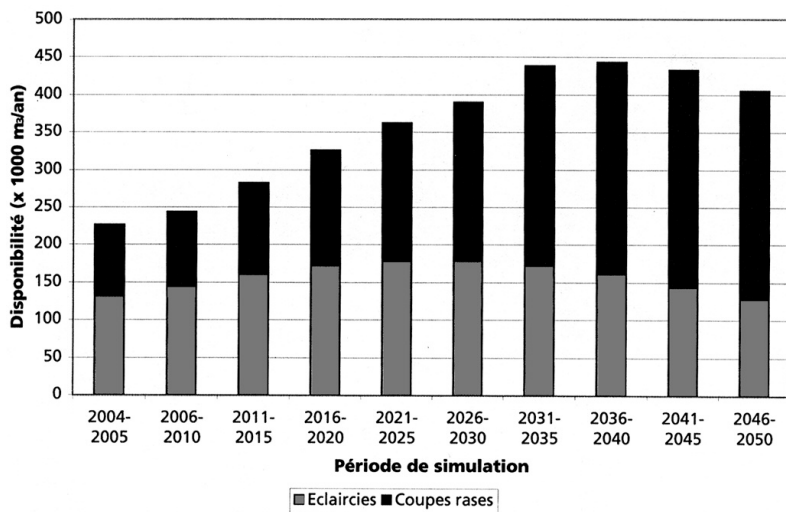
**Fig. 6 (ci-dessus) :**  
Distribution de la surface selon la classe d'âge et la classe de fertilité des peuplements

Des règles moyennes de sylviculture ont été retenues, en accord avec les professionnels concernés (Cf. Tab. II). Ces règles ne s'appliquent qu'aux classes de fertilité 1 et 2. On considère que les peuplements en classe de fertilité 3 ne sont pas exploités (aux dires d'experts).

Actuellement, la disponibilité en pin d'Alep est de 226 000 m<sup>3</sup>/an. Elle augmentera fortement pour atteindre 450 000 m<sup>3</sup>/an en 2040, soit un doublement du potentiel de récolte en 40 ans.

**Tab. II (ci-dessous) :**  
Règles moyennes de sylviculture, adoptées pour le calcul de disponibilité en pin d'Alep

	Volume récolté en 1 <sup>ère</sup> éclaircie	Volume récolté en 2 <sup>e</sup> éclaircie	Age moyen de la coupe rase
Futaies publiques	50 à 70 m <sup>3</sup>	50 à 80 m <sup>3</sup>	80 à 100 ans
Futaies privées	70 m <sup>3</sup>	-	80 ans
Mélanges futaies - taillis	50 % du volume à 50 ans	-	100 ans



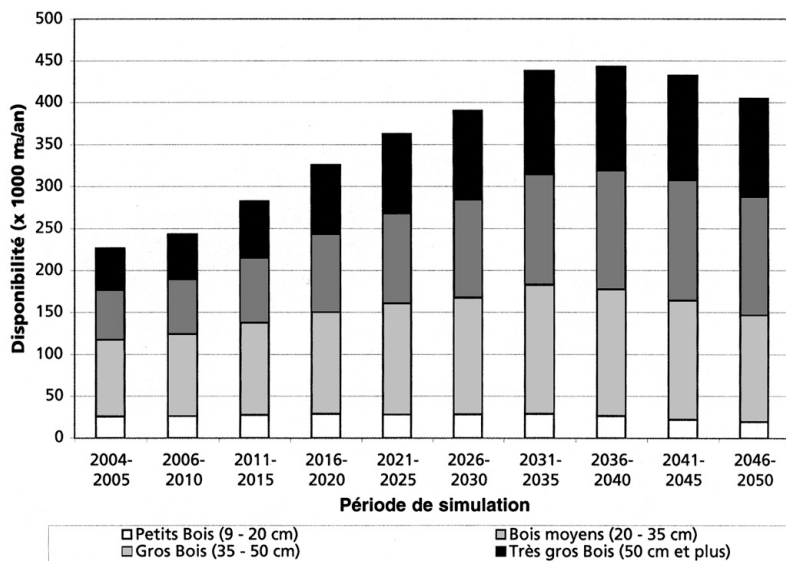
**Fig. 7 (ci-dessus) :**  
Evolution de la disponibilité en pin d'Alep de 2005 à 2050 selon le type de coupe

Les éclaircies constituent aujourd'hui les deux tiers du potentiel de la récolte sur un total de 226 000 m³/an. Le volume de la disponibilité en éclaircie augmentera peu (jusqu'à 180 000 m³/an en 2030) alors que la disponibilité en coupe rase sera multipliée par trois en 40 ans.

La sylviculture pratiquée n'aura pas d'influence sur le volume total prélevé, mais elle conditionne le type de produit récolté en fonction du volume unitaire moyen des arbres : si les éclaircies sont moins intensives, la récolte sera légèrement plus tardive et les arbres exploités seront moins gros en moyenne.

**Fig. 8 (ci-dessous) :**  
Evolution de la disponibilité en pin d'Alep de 2005 à 2050 selon la taille des bois

Quelle que soit l'évolution des pratiques sylvicoles, le volume des arbres à prélever en coupe rase augmentera de manière inéluctable, rendant l'utilisation en papeterie diffi-



cile avec les équipements actuels qui limitent le diamètre des billons acceptés à 50 cm de diamètre.

Par ailleurs, la récolte actuellement commercialisée ne représente que 47 % du potentiel disponible, à cause des difficultés de mobilisation et d'exploitation.

A l'avenir, les conditions d'exploitation ont peu de chance de s'améliorer, elles risquent même de se dégrader, du fait de l'augmentation de l'urbanisation en bordure et à l'intérieur des forêts. On peut donc considérer que le potentiel effectivement mobilisable sera au mieux de l'ordre de 210 000 m³/an (maintien du taux de prélèvement à 47 %), ce qui représente tout de même un doublement de la récolte actuelle.

Si on compare sa disponibilité calculée avec celle des autres pins de la région PACA, le pin d'Alep est la deuxième essence en terme de volume disponible juste derrière le pin sylvestre. Concernant la récolte, il est seulement à la troisième position après le pin noir, à cause de son faible taux de mobilisation. Dans 40 ans, le pin d'Alep pourrait devenir la première essence récoltée si son taux de mobilisation ne diminue pas.

### Bilan : une ressource en forte augmentation mais complexe à mobiliser

Depuis un siècle, la surface de pin d'Alep n'a cessé d'augmenter en région Provence-Alpes-Côte-d'Azur.

Cette augmentation se traduira par le doublement des volumes disponibles pour

**Photo 2 (ci-dessous) :**

La sous-exploitation du massif de pin d'Alep est moins due au manque de débouchés qu'à une mise en marché insuffisante.  
Photo Afocel



l'exploitation, d'ici à 30 ans, et plus particulièrement en ce qui concerne les gros et très gros bois.

La mobilisation de ce gisement n'est cependant pas facilitée par la structure foncière, la motivation des propriétaires et le développement de l'urbanisme dans les zones où s'est installé le pin d'Alep.

Dans les dix prochaines années, les volumes seront majoritairement disponibles sous forme de petits bois et de bois moyens, c'est-à-dire des produits d'éclaircies.

Pour favoriser la mobilisation de ces bois, il est nécessaire de favoriser la gestion des peuplements de pin d'Alep, en proposant des modèles de sylviculture dynamiques et réalistes. Il est également nécessaire de proposer des méthodes d'exploitations modernes et économiquement viables. A ce titre, la mécanisation de la récolte est une voie de progrès qui semble intéressante.

## Eclaircies et mécanisation de l'exploitation en pin d'Alep

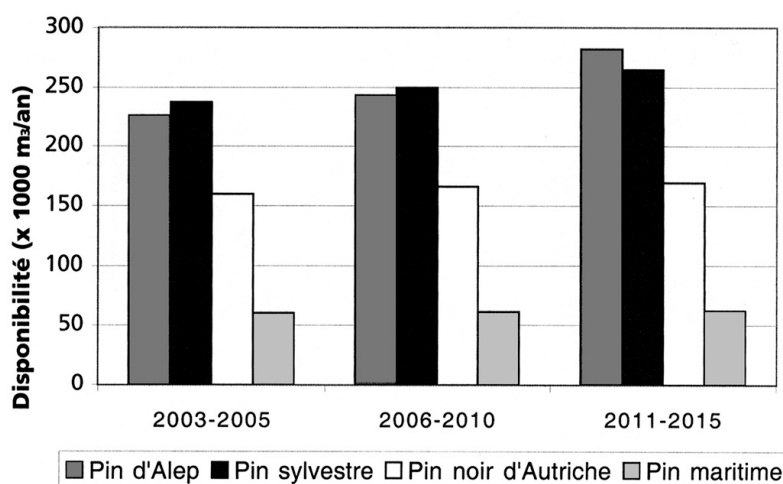
En 2004, a été mise en place une éclaircie expérimentale visant à étudier la réaction d'un peuplement à ce type d'intervention (le dispositif sera suivi par l'ONF sur le long terme) et à analyser la faisabilité technique et économique d'une récolte de petits bois. Celle-ci a pu être réalisée à l'aide d'un combiné d'abattage.

### Contexte

La mécanisation de l'exploitation des éclaircies résineuses s'est largement généralisée sur le territoire français. Cette généralisation n'a cependant pas atteint les peuplements de pin d'Alep, encore exploités manuellement.

Plusieurs raisons peuvent expliquer cette situation : comme pour les feuillus, les tiges de pin d'Alep sont souvent sinueuses et les houppiers présentent de grosses branches. La faible densité de certains peuplements entraîne des prélèvements peu importants. Enfin, les entreprises de récolte forestière de la région ont investi tardivement dans la mécanisation. La mécanisation est-elle malgré tout possible ?

Du fait de la valorisation limitée du bois de pin d'Alep, la gestion des peuplements se réduit souvent à une coupe d'amélioration tardive et une coupe d'ensemencement.



Dynamiser la gestion du pin d'Alep signifie, entre autres, favoriser sa sylviculture et donc les éclaircies. La question se pose alors de la viabilité économique de ces opérations, dans les conditions particulières propres à cette essence.

Cette première expérience d'éclaircie mécanisée dans du pin d'Alep, suivie par l'AFOCEL, apporte quelques éléments de réponse.

### Modalités du chantier

Le site choisi pour l'expérimentation est une parcelle de 10,3 ha de la forêt communale de Ceyreste (Bouches-du-Rhône).

Le peuplement de pin d'Alep, âgé de 47 ans, a un diamètre moyen de 18,4 cm pour

**Fig. 9 :** Comparaison de la disponibilité en pin d'Alep avec les autres pins de la région

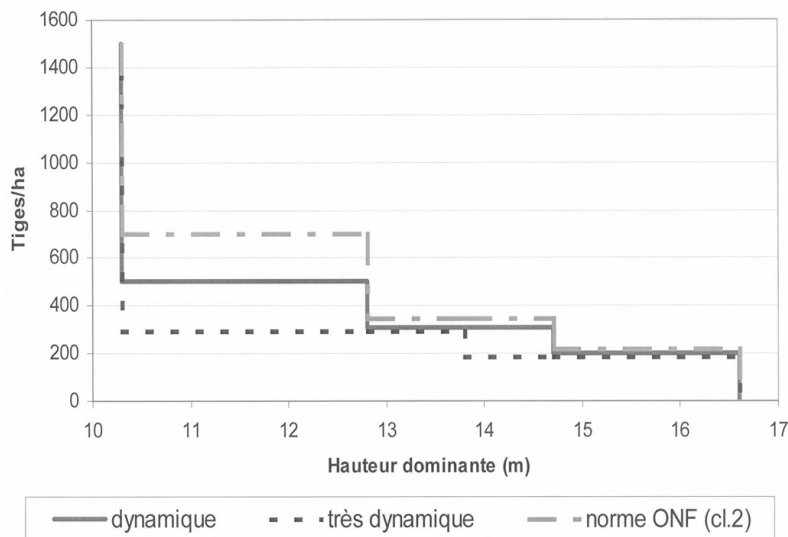
**Photo 3 :** Quelques rares combinés d'abattage interviennent à ce jour dans le massif de pin d'Alep  
Photo Afocel





**Photo 4 :** Le peuplement de pin d'Alep de l'étude se situe à Ceyreste dans les Bouches-du-Rhône *Photo Afocel*

### Modèles de sylviculture



une hauteur moyenne de 10,6 m et une densité moyenne de 885 tiges par hectare.

Sur cette parcelle, quatre grandes zones homogènes de densités différentes ont été identifiées, soit quatre blocs de respectivement 650, 850, 900 et 1200 tiges par hectare. Ces blocs ont ensuite été découpés en placettes sur lesquelles deux modalités d'éclaircie (Cf. Fig. 10 et Tab. III) ont été testées : une modalité "dynamique" où la densité passe de 1050 à 450 tiges/ha et une modalité "très dynamique" où la densité passe de 815 à 255 tiges/ha. Des placettes témoins, sans intervention, ont été conservées, afin de comparer, à terme, l'effet des deux types d'éclaircies sur la croissance des peuplements.

L'exploitation du chantier a été entièrement mécanisée : bûcheronnage avec un combiné Valmet 901 et débardage avec un porteur Caterpillar 540.

## Résultats

### Bûcheronnage

Les rendements productifs<sup>2</sup> sont limités du fait de volumes unitaires moyens faibles, mais sont conformes à ceux qui pourraient être observés dans d'autres peuplements résineux pour des conditions d'exploitation similaires avec cette même machine (Cf. Fig. 11).

Le rendement est plus important pour la modalité très dynamique, que pour la modalité dynamique. Ceci ne s'explique pas par le prélèvement plus fort dans la première modalité, mais par un volume unitaire moyen (VUM) des arbres plus important (0,093 m<sup>3</sup> contre 0,065 m<sup>3</sup>).

**Fig. 10 (ci-contre) :**

Modalités d'éclaircie dynamique et très dynamique testées sur la parcelle de Ceyreste (13)

**Tab. III :**

Caractéristiques du prélèvement pour les deux modalités d'éclaircie

Type	ECLAIRCIE TRES DYNAMIQUE	ECLAIRCIE DYNAMIQUE
	Sélective pure	Sélective + couloir
Prélèvement	560 tiges/ha	604 tiges/ha
Diamètre à 1,3 m	17 cm	15 cm
Hauteur totale	9 m	8,5 m
Vol. unitaire moy.	0,093 m <sup>3</sup>	0,065 m <sup>3</sup>
Vol/ha prélevé	52 m <sup>3</sup> /ha	39 m <sup>3</sup> /ha

2 - Rendement productif : rendement du travail effectif (hors entretiens, réparations et pauses).  
Rendement présence : rendement rapporté au temps de présence total sur le chantier, de l'arrivée au départ de l'opérateur, moins la pause du midi.



Rapporté à volume égal, on observe un rendement productif supérieur pour la modalité dynamique, qui s'explique par la présence de cloisonnements d'exploitation, absents dans la seconde modalité (obligation de slalomer entre les arbres et donc perte de temps).

## Débardage

Avec un rendement au débardage voisin de 90 m<sup>3</sup>/j, soit un peu plus de 3 camions/j, c'est un bon résultat pour une première éclaircie.

Le fait de travailler derrière une abatteuse a permis un gain de rendement de 5 à 10 % par rapport à une exploitation manuelle : les piles de bois sont plus grosses et mieux rangées.

Le rendement plus important en modalité très dynamique s'explique par une taille et une quantité de piles de bois plus importantes, dues à un prélèvement supérieur.

## Impact sur le peuplement

La part d'arbres sains restant sur pieds approche les 85 %. Ce résultat est très satisfaisant et comparable à ce que l'on observe en exploitation manuelle (Cf. Fig. 12).

## Bilan économique

L'étude économique donne un résultat bénéficiaire.

Il faut cependant noter que ce suivi s'est fait dans un contexte bien particulier : l'abatteuse, âgée de plus de 10 ans, était un matériel amorti.

Son coût technique en est certes diminué, mais son rendement et son taux d'utilisation ne sont pas ceux d'une machine récente.

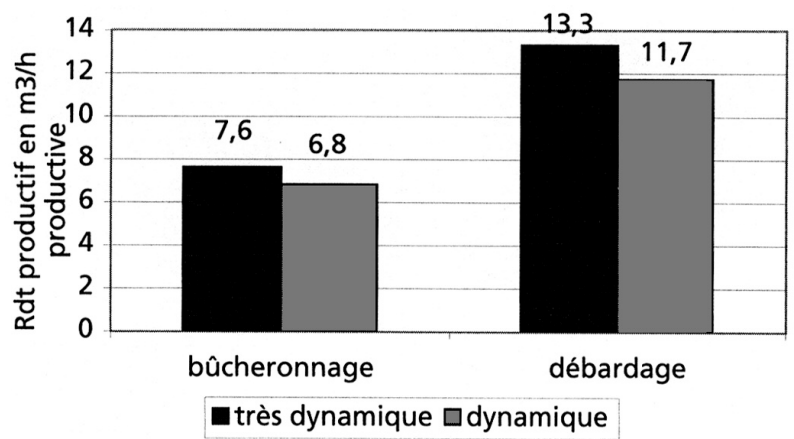
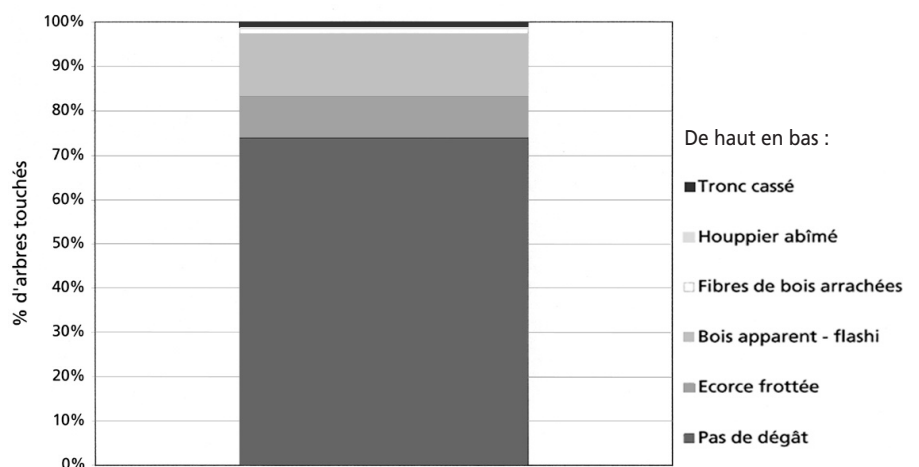


Fig. 11 : Rendements productifs<sup>2</sup> du bûcheronnage et du débardage observés pour les deux modalités d'éclaircie (en m<sup>3</sup>/h productive)



**Photo 5 (ci-dessus) :**  
La machine de bûcheronnage permet de pénétrer facilement sur la coupe, même si le sous-bois est dense, mais la végétation arbustive importante peut gêner la visibilité lors de l'abattage.  
*Photo Afocel*

**Fig. 12 (ci-contre) :**  
Impacts observés sur le peuplement après bûcheronnage et débardage





**Photo 6 (ci-dessus) :**  
Lorsqu'il débarde derrière  
une abatteuse,  
un porteur améliore  
sensiblement  
son rendement  
Photo Afocel

### **Bilan : une expérience positive de mécanisation dans du pin d'Alep**

Cette expérience d'éclaircie mécanisée a montré la faisabilité de cette opération d'éclaircie mécanisée dans un peuplement de pin d'Alep.

Deux notions importantes ont été rappelés :

- les seuils de prélèvement et de volume unitaire moyen des tiges conditionnant la faisabilité de mécaniser le bûcheronnage : respectivement 50 m<sup>3</sup>/ha et 100 dm<sup>3</sup>/tige,
- le caractère indispensable des cloisonnements d'exploitation, même lorsque la densité du peuplement final est faible.

## **Conclusions et perspectives**

### **De la ressource aux débouchés**

Une politique volontariste pour la mobilisation du bois de pin d'Alep semble réellement nécessaire pour mieux valoriser cette ressource émergente.

Dans un premier temps, il s'agit de favoriser une sylviculture dynamique dans les peuplements les plus productifs, via la réalisation des éclaircies, et comme dans les autres régions françaises, la mécanisation sera d'un précieux concours.

Dans un second temps, l'augmentation de la disponibilité en gros bois sera également un élément majeur et mérite une réflexion sur les débouchés de cette ressource, dans une région dépourvue d'une industrie capable de les transformer.

### **Quelles perspectives de recherche ?**

Au vu de l'importance du massif de pin d'Alep et du potentiel qu'il représente pour la filière bois du Sud-Est de la France, la démarche de recherche commune du groupe scientifique informel sur le pin d'Alep est primordiale.

Les projets de recherche appliquée visant à améliorer la connaissance de cette essence et à favoriser sa mobilisation restent nombreux, citons notamment :

- **L'exploitation forestière mécanisée :** plusieurs entreprises de la région PACA ont acquis des combinés d'abattage récemment. Il est intéressant d'étudier les productivités et les coûts de ces équipements dans les peuplements de pin d'Alep. Cette essence présente en effet des particularités en terme de branchaison et d'hétérogénéité des peuplements. Les prélèvements sont souvent faibles et la distribution des diamètres très dispersée sur une même parcelle. Les références de productivité en bûcheronnage mécanisé sont quasi-inexistantes pour cette essence.

Une étude, en cours de réalisation, vise à analyser des opérations de récolte avec des matériels récents et à rencontrer les chefs d'entreprises de la région. L'objectif est d'évaluer le potentiel de l'exploitation mécanisée dans le pin d'Alep et les difficultés rencontrées, tant sur le plan technique qu'économique.

- **La production de bois-énergie** pour de nouveaux débouchés : des essais sont en cours sur la valorisation du pin d'Alep en plaquettes pour le bois-énergie. Si les tests actuels se font sur des arbres entiers, la production de bois-énergie alliée à un objectif de valorisation du bois, pourrait à l'avenir se porter également sur le déchetage des résidus d'exploitation ou des bois brûlés.

- **Les qualités technologiques en transformation papetière** sont connues de manière encore imparfaite. Des compléments sont nécessaires pour mieux connaître la variabilité des caractéristiques papetières de cette essence, optimiser son utilisation en

mélange avec d'autres essences résineuses, étudier les possibilités de développer de nouveaux types de pâtes avec cette ressource (pâte fluff par exemple). Face à la situation catastrophique que nous avons connue en été 2003, étudier les possibilités de valoriser les bois brûlés s'avère également indispensable.

– **L'évolution de la ressource à moyen/long terme** constitue également un thème d'étude intéressant : au delà de l'analyse des données de l'IFN, l'objectif est de connaître les flux de création/disparition des peuplements (régénération délicate, incendies de forêts, attaques de chancre...). Aux aspects strictement quantitatifs seraient associées des données géographiques relatives à l'évolution des territoires, une première approche de ce sujet vient de s'achever en région PACA (AFOCEL). A l'échelle de la parcelle, les différents partenaires du groupe Pin d'Alep ont également bâti un projet relatif à l'étude du pin d'Alep destiné à mieux comprendre les difficultés de renouvellement rencontrées par les gestionnaires.

Cependant, pour être crédible, l'ensemble de ces recherches devra déboucher sur des applications concrètes impliquant les acteurs régionaux de la filière.

**S.G., J.P., A.T.-C.**

## Pour en savoir plus

BROCHIERO F. (1997) Ecologie et croissance du pin d'Alep en Provence calcaire. Mémoire de fin d'études FIF-ENGREF, CEMAGREF, Aix-en-Provence – 74 p. + annexes.

FORET MEDITERRANEENNE (1992) Numéro spécial pin d'Alep, tome XIII, numéro 3 – 124 p.

GROUPE PIN D'ALEP (2001) Document cadre de la constitution d'un groupe de travail sur le pin d'Alep. Document non publié – 8 p.

GRULOIS S., PEETERS J. (2004) Dynamiser la gestion du pin d'Alep en PACA AFOCEL, Fiche Informations-Forêt n° 682.

IFN (2000) Résultats du troisième inventaire forestier du département du Var (1999). Inventaire Forestier National, Nogent-sur-Vernisson – 167 p.

PEETERS J., PERINOT C. (2004) Les interactions entre sylviculture et exploitation forestière dans les peuplements de pin d'Alep ; Etude AFOCEL/ONF cofinancée par la DRAF PACA et la Région PACA (Convention CR PACA n° 2003-01458)

THIVOLLE-CAZAT A. (2005) Evolution de la ressource en pin d'Alep en région Provence-Alpes-Côte d'Azur Etude AFOCEL cofinancée par la DRAF PACA, la Région PACA et le GIE Tembec R&D Kraft (Convention CR PACA n° 2003-6432)

VENNETIER M. *et al* (1999) Evolution à court et long terme de la croissance du pin d'Alep en Provence. Conséquences sur la production de bois. Forêt Méditerranéenne, tome XX, numéro 4, décembre 1999 – pp.147-156.

Stéphane GRULOIS,  
Joseph PEETERS  
AFOCEL Station Sud  
Domaine de Saint  
Clément  
34980 St-Clément-de-  
Rivière  
Tél. : 04.67.66.74.74  
Fax : 04.67.66.74.60  
E-mail : sud@afocel.fr

Alain THIVOLLE-  
CAZAT  
AFOCEL  
Lab. Economie  
et Compétitivité  
Domaine  
de l'Etançon  
77370 Nangis  
Tél. : 01.60.67.00.35  
Fax : 01.60.67.00.36  
E-mail : lec@afocel.fr

Ces études ont bénéficié du soutien financier de la Direction régionale de l'agriculture et de la forêt de PACA, du Conseil régional de PACA et du GIE Tembec R&D Kraft.



## Résumé

---

Le massif de pin d'Alep représente une ressource ligneuse importante dans le bassin méditerranéen français. Diverses études montrent que les volumes augmentent très sensiblement depuis plusieurs décennies par l'effet conjugué de l'expansion sur de nouvelles surfaces (déprise agricole) et de l'accroissement de la productivité (occupation de terres plus riches et évolution climatique). Force est de constater que les pratiques sylvicoles et les connaissances ne sont pas à la hauteur des enjeux de la gestion durable de ce massif. Un groupe d'institutionnels, de gestionnaires et de chercheurs s'est constitué pour apporter des éléments de réponse aux problèmes spécifiques de cette essence. L'objectif est d'assurer la pérennité du massif et de dynamiser sa gestion.

Dans ce cadre-là l'AFOCEL a mené deux études en région Provence-Alpes-Côte-d'Azur (PACA) dont les résultats sont présentés dans cet article.

Une simulation, basée sur les résultats de l'Inventaire forestier national et de scénarios sylvicoles définis avec les gestionnaires forestiers, montre que les volumes disponibles en pin d'Alep en région PACA vont être multipliés par deux d'ici à 30 ans, et plus particulièrement en ce qui concerne les gros et très gros bois. Dans les 10 prochaines années, les bois à mobiliser seront majoritairement sous forme de petits bois et de bois moyens, c'est-à-dire des produits d'éclaircies. Pour favoriser la mobilisation de ces bois, il est nécessaire de promouvoir des modèles de sylviculture dynamiques et de proposer des méthodes d'exploitations modernes, telle que la mécanisation. Une parcelle expérimentale a été mise en place dans les Bouches-du-Rhône, afin de tester deux modalités de sylviculture dynamique dans le pin d'Alep et a permis de disposer de premières données sur l'exploitation mécanisée de cette essence.

## Summary

---

### Enhancing the management of Aleppo Pine

#### A study to forecast the resource and mechanisation of cutting in PACA

Aleppo Pine is an important wood resource in the French Mediterranean region. Some recent studies show that the volume on stumpage is increasing due to the spread of this species to new areas (abandoned farmland) and to better productivity of the stands (better quality of the soils and climatic changes). It appears that the forest management and the scientific knowledge of this species are insufficient to implement sustainable management. Some organisations involved in research, forest management and forestry policy have decided to combine their efforts to solve certain specific problems of this species. The shared objective is to ensure the survival of this forest and to impulse a more dynamic forest management.

Within this framework, the AFOCEL has conducted two studies in the Provence-Alpes-Côte d'Azur Region (PACA) in Southern France. The results are presented in this article.

With both scenarios defined with forest managers and using data from the National Forest Inventory, a simulation has been made to estimate the information from quantity of Aleppo Pine timber available for the next 40 years. It appears that in 30 years the availability will be multiplied by a factor of two in Provence-Alpes-Côte-d'Azur with a majority of saw wood. However, initially, this increase of wood availability will concern the small and medium timber from thinning. To encourage the use of this wood, it is necessary to promote dynamic models of sylviculture and to propose modern logging methods, such as mechanized harvesting. An experimental forest plot has been installed near Marseille to test two methods of dynamic sylviculture and mechanization. This has enabled us to acquire initial data on mechanised logging in Aleppo Pine stands.

## Riassunto

---

### Dinamizzare la gestione del pino d'Aleppo in Provenza, Alpi, Costa Azzurra

#### Studio esplorativo della risorsa e meccanizzazione della raccolta in Provenza, Alpi, Costa Azzurra

Il massiccio di pino d'Aleppo rappresenta una risorsa legnosa importante nel bacino mediterraneo francese. Diversi studi mostrano che i volumi aumentano assai sensibilmente da alcuni decenni con l'effetto unito dell'espansione su nuove superficie (abandono agricolo) e l'accrescimento della produttività (occupazione delle terre più ricche e evoluzione climatica). Bisogna constatare che le pratiche sylvicole e le conoscenze non sono all'altezza delle poste della gestione sostenibile di questo massiccio. Un gruppo di istituzionali, di gestori e di ricercatori si è costituito per recare elementi di risposta ai problemi specifici di questa essenza. L'obbiettivo è di assicurare la perennità del massiccio e di dinamizzare la sua gestione. In questo quadro l'AFOCEL ha condotto due studi in regione Provenza, Alpi, Costa Azzurra (PACA) i cui risultati sono presentati in questo articolo.

Una simulazione, basata sui risultati dell'Inventario forestale nazionale e di scenari silvicoli definiti coi gestori forestali, mostra che i volumi disponibili in pino d'Aleppo in regione PACA stano per essere moltiplicati per due da qui a 30 anni, e più particolarmente per ciò che riguarda i grossi e grossissimi legni. Nei 10 prossimi anni, i legni da mobilitare saranno maggioritariamente sotto forma di legni piccoli o di legni medi, ciò è prodotti di radure. Per favorire la mobilitazione di questi legni, è necessario promuovere modelli di silvicoltura dinamici e di proporre metodi di sfruttamento moderni, come la meccanizzazione. Un campo sperimentale è stato messo in posto nelle Bouches-du-Rhône, allo scopo di provare due modalità di silvicoltura dinamica nel pino d'Aleppo e ha permesso di disporre di primi dati sullo sfruttamento meccanizzato di questa essenza.