

# LES FORÊTS DE PIN D'ALEP DANS LE SUD-EST MÉDITERRANÉEN FRANÇAIS ANALYSES ÉCODENDROMÉTRIQUES <sup>(1)</sup>

Première partie

par Hikmat ABBAS, Marcel BARBÉRO, Roger LOISEL et Pierre QUÉZEL\*

## Sommaire

|   | Pages |
|---|-------|
| Introduction.....   | 35    |
| 1. Dispositif d'étude de la production.....   | 36    |
| 2. Calcul de certaines variables dendrométriques .....                                    | 37    |
| 3. Utilisation de la hauteur dominante comme indicateur de fertilité.....                 | 38    |
| 4. Importance pratique de l'estimation de l'accroissement et de la production .....       | 39    |
| 5. Détermination d'un critère de productivité actuelle d'une placette du pin d'Alep ..... | 40    |
| 6. Relation entre le sol et la hauteur dominante, production de bois de tige .....        | 41    |
| <i>A paraître dans le t. VII, n° 2.</i>   |       |
| 7. Analyse des variables écologiques, relevés floristiques                                |       |
| 8. Les résultats du traitement numérique des variables écologiques, relevés floristiques  |       |
| Conclusion générale   |       |
| Bibliographie   |       |

## Introduction

Pendant des siècles les forêts méditerranéennes ont été considérées comme des réserves pour l'extension des cultures, là où les sols s'y prêtent, et des pâturages. Elles ont été en tout cas soumises à une exploitation pastorale intensive, à des abattages inconsidérés et à des incendies répétés. Ces forêts ont donc payé un très lourd tribut à l'action humaine. C'est pourquoi elles sont aujourd'hui généralement dégradées dans leur ensemble, et à leur niveau la notion de climax est plutôt théorique. Il faut ajouter aussi que du point de vue floristique ces forêts méditerranéennes ont subi des transformations pendant les grandes glaciations quaternaires qui ont éliminé de nombreuses espèces forestières. En tout état de cause, les facteurs écologiques et historiques ont joué dans ces forêts un rôle décisif dans la mise en place de la flore et de la faune (Barbéro, Loisel et Quézel, 1974).

Actuellement les écosystèmes forestiers n'occupent en région méditerranéenne qu'environ 25 % du sol, alors qu'ils ont constitué des pourcentages beaucoup plus importants (Quézel, 1982). Il est par ailleurs utile de rappeler que ces forêts méditerranéennes sont caractérisées par leur hétérogénéité, leur instabilité et leur vulnérabilité, ainsi que par une période de sécheresse estivale importante (Quézel, 1976, 1979, 1980).

Ces particularités et ces caractères écologiques sont très importants et doivent être pris en compte notamment pour l'aménagement et le traitement des forêts méditerranéennes (Barbéro, 1981).

Elles jouent un rôle considérable sur les systèmes de vie, la mentalité, l'esprit social, l'économie des populations

humaines à des degrés divers dans chaque pays du bassin méditerranéen (Pavari, 1976; Degelay, 1976). La définition des principes généraux de l'aménagement et de la sylviculture des peuplements forestiers de la région méditerranéenne doit être nécessairement engagée en tenant compte des facteurs écologiques locaux et de leurs rapports avec les conditions socio-économiques propres à chaque pays du pourtour méditerranéen (Morandini, 1976). En effet, on ne peut pas uniformiser les méthodes, du fait notamment des disparités économiques et sociales entre le Nord et le Sud du bassin méditerranéen, mais par contre la connaissance des méthodes utilisées dans chaque pays est extrêmement importante et peut servir d'enseignement pour les autres pays circum-méditerranéens.

La région méditerranéenne comporte des forêts variées : des feuillus et des résineux; les résineux jouent un rôle considérable et forment parfois des forêts importantes. Leurs valeurs écologiques et climatiques sont variables. Nous nous sommes intéressés ici dans cette étude plus particulièrement aux forêts de pin d'Alep en Provence. Ces formations sont souvent délaissées par les forestiers qui n'ont pas envisagé à leur niveau une politique d'aménagement du fait de la faiblesse de leur production. Elles ont été ignorées par la plupart des phytosociologues (Braun-Blanquet, Roussine et Nègre, 1952; Molinier, 1954), à l'exception de Loisel (1976) qui leur accorde une valeur potentielle plus particulièrement en zone littorale.

Ajoutons aussi que les rythmes d'incendies de plus en plus importants d'une année à l'autre contribuent à faire disparaître de nombreuses forêts existantes et de belle venue, ce qui ne donne pas aux forestiers le goût de concentrer leurs efforts sur ces forêts afin d'envisager leur aménagement rationnel.

(1) Extrait d'un rapport présenté au Séminaire sur le pin d'Alep et le pin brutia dans la sylviculture méditerranéenne. Tunis 15-19 avril 1985.

\* Université d'Aix-Marseille III  
Laboratoire de botanique et écologie  
méditerranéenne G.R.E.C.O. 43  
Faculté de Saint-Jérôme  
13397 Marseille cedex 13

C'est en fait, comme nous le verrons par la suite, certainement une erreur, et une mise en valeur très rapide de ces forêts de pin d'Alep est indispensable du fait même de l'extension massive de la superficie occupée par cette essence depuis le début du siècle. Sa superficie qui était de 35 000 ha, est actuellement de plus de 180 000 ha (Achrar, 1981). Elle a donc été multipliée par 5,2. A notre connaissance, très peu de forêts de pin d'Alep sont actuellement aménagées en France. C'est certainement beaucoup moins que ne pourrait le faire un pays qui dispose des moyens pour engager ces aménagements.

Le problème de l'aménagement des pineraies est donc très grave, mais il se pose aussi depuis très longtemps, non seulement en France mais surtout sur le pourtour méditerranéen, et plus particulièrement en méditerranée orientale (Senni, 1931; Pabot, 1954; Nahal, 1960, 1962a, 1962b, 1974, 1975, 1976, 1977; Quézel, 1973, 1976, 1978, 1979; Soulères, 1969, 1975; Tomaselli, 1976; Chalabi, 1980; Akman, Barbéro et Quézel 1978; Abbas, 1981, 1982, 1983, Abbas, Barbéro et Loisel, 1984).

Il est donc urgent de rassembler les efforts pour faire le point sur l'aménagement et la sylviculture de ces forêts, notamment par la mise en route d'actions de terrain sur cette essence dont les peuplements forestiers anciens couvrent le

sol de basse-Provence. Clairement, le pin d'Alep est l'essence naturelle qui a toujours constitué le fond des forêts de Provence et surtout des Bouches-du-Rhône. Nous rejoindrons ici (Laurent, 1909) qui, à la différence de nombreux auteurs écologistes, a manifesté ses sentiments en disant que le devoir de tous était de porter tous ses efforts vers la conservation des forêts de pin d'Alep dans des régions où la terre végétale a une faible épaisseur. En fait, on s'est peu intéressé à ces forêts car les aménagistes et tous les régisseurs forestiers sont amenés à mettre en valeur les forêts, là où le volume des arbres et des peuplements est le meilleur et là où les prévisions de production sont optimales. Ces données varient selon les stations et fluctuent en fonction des différents types de traitements sylvicoles. De telles évaluations sont indispensables pour la mise en place de processus rationnels de planification forestière. Dans ce cadre, diverses opinions ont été émises à propos du concept de production et des façons de l'estimer et d'en prédire l'évolution. La prévision est absolument indispensable; elle permet de rationaliser comme le soulignent les experts de la F.A.O. (Cailliz et Alder, 1980).

- Aménagement forestier et production.
- Recherche sylvicole et aménagement.
- Recherche écologique et gestion de l'environnement.

# 1. — Dispositifs d'étude de la production

## Echantillonnage

Le plan d'échantillonnage visait plusieurs objectifs.

Tout d'abord, il envisage l'étude des formations à pin d'Alep dans les situations les plus différentes écologiquement (l'étude de Loisel (1976) nous a guidé).

Nous avons établi les transects suivant l'altitude et la latitude et localisé nos placettes d'expérimentation de manière à recouvrir la palette des séries et structures de végétation auxquelles *Pinus halepensis* participe.

En outre notre dispositif mis à part de très rares exceptions se situe dans des forêts soumises au code forestier (domaniales, communales) et choisies en relation étroite avec les gestionnaires départementaux de l'O.N.F. Nous nous sommes donc adressés aux plus belles structures d'une région donnée.

Dans chaque massif forestier, les placettes ont été disposées dans des zones structurellement homogènes de manière à éviter certaines interférences. Dans chaque station ont été mesurées les variables suivantes : hauteur, diamètre, âge, coefficient de forme, la surface terrière auxquelles ont été ajoutées les caractéristiques stationnelles : l'altitude, la pente, l'exposition, la topographie, la profondeur du sol à partir de la moyenne de cinq profils pris dans la placette.

Notre but est de rechercher des relations entre les principales mesures de terrain et certains facteurs climatiques, comme la précipitation moyenne annuelle, la précipitation estivale, la température moyenne mensuelle, la moyenne des minima du mois le plus froid, la moyenne des maxima du mois le plus chaud, le quotient de sécheresse estivale d'Emberger... L'intégration de l'ensemble de ces facteurs der station (M'Hirit, 1982). C'est également notre souci principal de rechercher et d'arriver à cerner les facteurs les plus pertinents qui influent sur la productivité d'une station.

Dans nos placettes, nous avons largement utilisé le relascope de Bitterlich, qui était notre principal outil de cubage des arbres individuels sur pied, mais qui nous a servi aussi à évaluer le cubage de peuplements sur pied. Au cours de ces cubages, nous avons mesuré la hauteur, le coefficient de forme, la surface terrière, la pente... Par contre, les diamètres de référence ont été mesurés avec le compas métallique, ce qui nous a permis de déterminer les relations entre volume de tige\* totale sur pied et les facteurs écologiques locaux du peuplement : sol, climat, végétation, etc.

Les structures des peuplements sont intervenues, mais dans un deuxième temps, pour le choix de nos placettes. La première strate de l'échantillonnage, comme nous l'avons dit ci-dessus, a consisté à tenir compte de l'aréographie globale du Pin d'Alep, des séries dynamiques dans lesquelles ils participent au niveau de cette aire et du statut juridique des pinèdes. La deuxième strate de l'échantillonnage concerne le peuplement. Les placettes ont été repérées en fonction des critères suivants (après avoir tenu compte, dans la première phase, de l'état structural des peuplements) :

- peuplement assez âgé;
- peuplement ayant une densité normale dans la mesure du possible;
- peuplement homogène plus ou moins équié en futaie régulière, jardinée;
- peuplement ayant un nombre suffisant d'arbres relativement bien conformés et se développant normalement dans des conditions écologiques homogènes, homogénéité de la végétation, de la hauteur et de la grosseur des arbres, etc.).

Toutes les placettes étudiées dans les six départements répondent aux critères définis ci-dessus.

Dans chaque placette, l'étude de la végétation a été engagée à l'intérieur d'un cercle mis en place à l'aide de la mire de Pardé et du dendromètre Blumme Leiss.

Deux relevés phytosociologiques ont été effectués dans chaque gradient N.O. et S.E. de la placette et un relevé par point-contacts tous les 50 cm sur chacun des deux rayons perpendiculairement et parallèlement à la pente. Nous avons choisi, au départ, plus de placettes que prévu et, pour chacune d'elles, nous avons pratiqué une analyse objective au regard des critères définis ci-dessus. Dans le nombre, nous avons éliminé les placettes qui ne répondent pas au maximum de critères; nous les avons remplacées par l'autres qui répondent positivement aux impératifs fixés. Mais malheureusement, parfois, les conditions étaient tellement difficiles que, pour arriver à une représentativité globale des stations, nous avons maintenu certaines placettes (à Blousasc, par exemple).

Le centre de la placette a été matérialisé par un piquet ou par un arbre. Il est très important qu'il demeure fixe pendant toutes les opérations. Le centre étant déterminé, on peut délimiter la placette de différentes façons : à la mire de Pardé, au ruban gradué suivant la densité plus ou moins importante de la végétation...

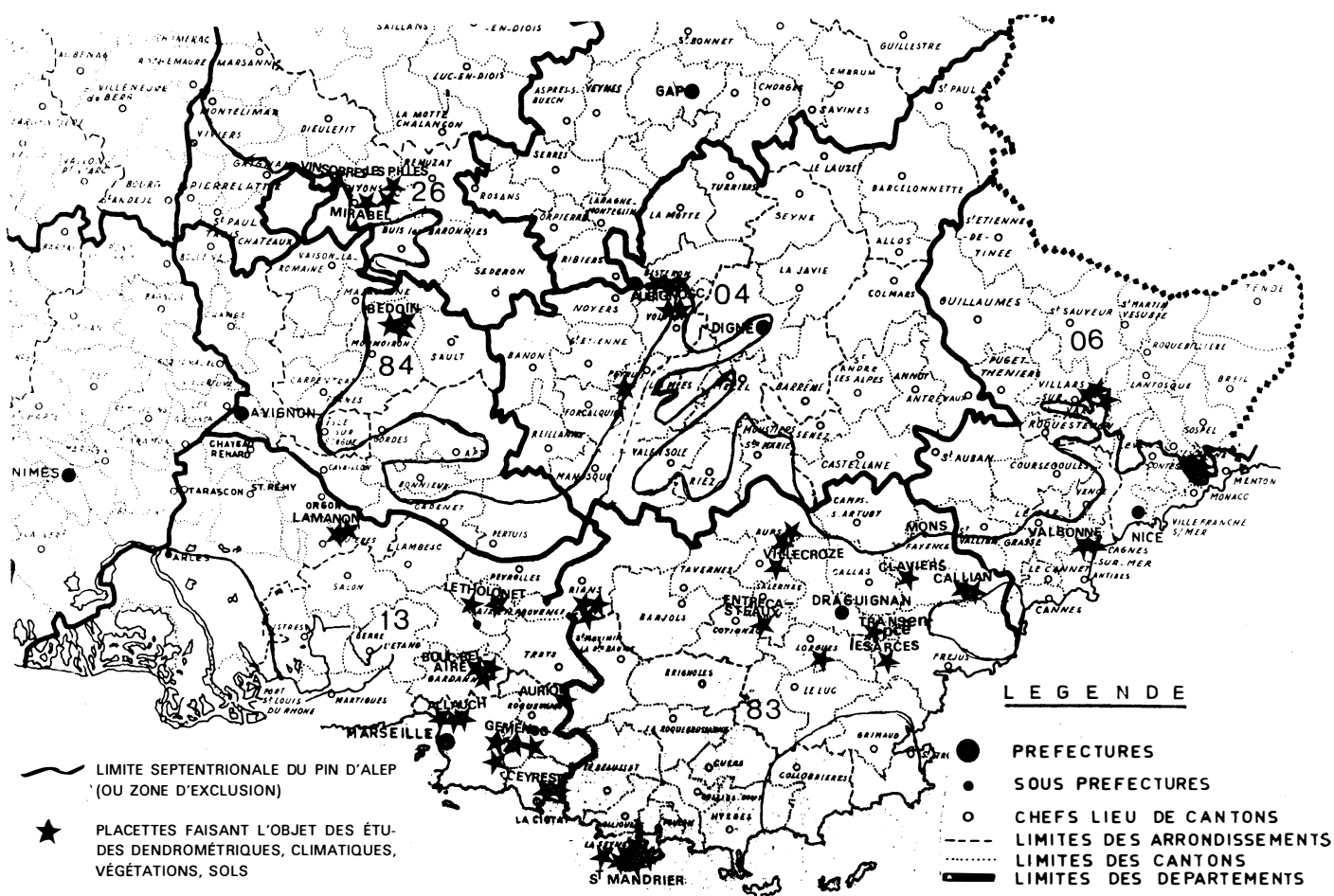
## Localisation et situation des placettes retenues

Nos recherches sur l'aménagement forestier et la production des forêts de pin d'Alep ont porté sur un territoire très étendu de la région méditerranéenne française, situé entre le Rhône et la frontière Italienne. Le sud de la façade méditerranéenne constitue la limite naturelle de notre terrain d'étude. Au Nord, les derniers peuplements prospectés sont ceux de la région de Nyons, Vinsobres, Les Pilles, dans la Drôme. Ce vaste territoire comprend 6 départements : les Bouches-du-Rhône, le Var, les Alpes-Maritimes, le Vaucluse, les Alpes-de-Haute-Provence et la Drôme. Mises à part les stations drômoises, (Vinsobres, Nyons, Les Pilles, Mirabele : placettes d'études), le pin d'Alep contourne le Mont Ventoux à Malaucène, Bedoin (placettes d'études), évite les plateaux du Vaucluse en descendant presque jusqu'à l'Isle-sur-Sorgue. Dans les vallées de la Durance et de la Bléone se trouvent les peuplements les plus septentrionaux. Les massifs les plus importants sont ceux de Peyruis, Ganagobie où ont été installées des placettes d'études. Plus au Nord, le pin d'Alep devient plus sporadique et ne constitue plus de véritables forêts. Les arbres âgés commencent à dépérir; nous avons pu

constater le mauvais état général de ces forêts à l'occasion de sondages à la tarière. L'avenir forestier de telles régions serait presque assuré avec des essences comme le pin noir et le cèdre. Cependant, les performances du pin d'Alep sont très inégales. Si à Sisteron les peuplements sont médiocres, à Aubignosc ils sont excellents, notamment dans la placette n° 1 qui est très productive. Mais malheureusement, à Sisteron comme à Aubignosc, il n'y a aucune trace de régénération de pin d'Alep, ce qui menace l'existence de ces peuplements dans lesquels même les cônes sont absents. Dans la partie septentrionale du département du Var (placettes d'études de Callian), les peuplements sont vraiment magnifiques et parmi les plus productifs. Dans ce département, nous avons installé environ une vingtaine de placettes (voir carte 1).

Le pin d'Alep occupe aussi une bonne partie des Alpes-Maritimes où il est en limite septentrionale vers Villars-sur-Var (placettes d'études). Dans ce département, des mesures de production ont été réalisées dans les stations de Blausasc et de Valbonne. Dans les Bouches-du-Rhône, un dispositif réunissant une vingtaine de placettes a été mis en place. Les plus productives sont celles de Gemenos, Auriol, Allauch, etc.

Pour l'ensemble des 6 départements, c'est un dispositif de 56 placettes qui a été installé (voir carte 1).



Carte 1. Localisation des placettes.

## 2. — Calcul de certaines variables dendrométriques

Le choix de la répartition de nos placettes n'a pas été arbitraire. L'échantillonnage a été stratifié en fonction des critères écologiques (sols, bioclimats, séries de végétation).

Les placettes sont circulaires et établies sur des surfaces de 250 m<sup>2</sup> étendues quelquefois à 500 m<sup>2</sup> pour vérifier la

représentativité de la placette au niveau de la station. Dans nos calculs, les variables ont été évaluées de la manière suivante (Brenac et Schaeffer, 1953; Lamotte, 1964) :

1. — Le nombre des tiges par hectare est obtenu en divisant le nombre total d'arbres vivant sur la placette par la

surface totale de la placette exprimée en hectares (F.A.O., Cailliez et Alder, 1980). Nous allons prendre l'exemple de la forêt communale de Gémenos (placette n° 1) : 12 arbres sur la placette dont la surface est de 250 m<sup>2</sup>,

$$N = 12/0,025 = 480 \text{ tiges/ha.}$$

2. — Le diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne (Dg) correspond à la racine carrée du rapport entre la moyenne quadratique des diamètres, obtenus en additionnant les carrés des diamètres, et le nombre d'arbres de la placette. Pour Gémenos 1 :

$$d^2 = 13\,797 \text{ cm}^2$$

$$Dg = \sqrt{13\,797/12} = 33,90 \text{ cm.}$$

3. — La surface terrière du peuplement (G) est obtenue en multipliant par  $\pi/40\,000$  d<sup>2</sup> qui est l'ensemble des carrés des diamètres de la placette puis en divisant le résultat par la surface de la placette. La surface terrière est alors exprimée en m<sup>2</sup>/ha. Pour Gémenos 1 :

$$G = (13\,797 \times \pi/40\,000)/0,025$$

$$G = 43,32 \text{ m}^2/\text{ha.}$$

4. — La hauteur dominante du peuplement (Ho) est évaluée comme la moyenne des hauteurs des arbres de l'échantillon dominant, c'est-à-dire ici les trois plus grands arbres de la placette (ou les cinq, suivant la superficie) :

$$Ho = (22 + 22 + 22)/3$$

$$Ho = 22 \text{ m.}$$

5. — La hauteur moyenne du peuplement (H) est la moyenne des hauteurs de tous les arbres de la placette :

$$H = 21,875 \text{ m.}$$

6. — Le volume du peuplement (VI) a été calculé pour chaque arbre, suivant le cubage des arbres isolés, et selon la méthode de Bitterlich, à partir du diamètre de chaque individu, à 1,30 m.

La connaissance de fh/d permet de cuber l'arbre après avoir mesuré son diamètre :

$$V = \pi d^2/4 \times fh = \pi d^2/4 \times fh/d$$

En additionnant les volumes et en les divisant par la surface de la placette, on obtient le volume par hectare pour la placette de Gémenos 1 :

$$V = 10,116/0,025 = 404,64 \text{ m}^3/\text{ha.}$$

## 3. — Utilisation de la hauteur dominante comme indicateur de fertilité<sup>(2)</sup>

La hauteur atteinte par un peuplement homogène à un âge donné sur une station donnée est un bon indicateur de la productivité du peuplement sur ce type de station. C'est pourquoi la construction des courbes hauteur/âge, correspondant aux différentes classes de fertilité, constitue la première étape de l'élaboration d'un modèle d'accroissement et de production. La hauteur moyenne d'un peuplement étant généralement sensible, non seulement à l'âge et à la fertilité, mais aussi à la densité. C'est pour cette raison qu'il est préférable de définir la hauteur d'un peuplement par sa hauteur dominante qui est, comme nous l'avons vu, presque totalement insensible aux variations de densité. Mais, étant donné qu'il y a souvent une grande variabilité de la croissance en hauteur des arbres d'un peuplement dans une station donnée, il faut que la hauteur dominante soit mesurée sur le plus grand nombre d'arbres-échantillons sur chaque placette, pour corréler la productivité de la placette à certains facteurs du milieu : altitude, pente, sol,...

### 3.1. — Construction des faisceaux de courbes de fertilité

La précision que l'on peut obtenir dans l'application d'un modèle de production pour des peuplements homogènes dépend en partie de la précision avec laquelle on peut classer la station. Celle-ci est aussi, à son tour, reliée aux précisions que l'on a obtenues concernant l'âge du peuplement, généralement connu à partir des documents de gestion. Peuvent être effectués aussi des sondages à la tarière et des mesures de hauteur sur les arbres dominants.

La relation hauteur/âge/indice de fertilité constitue un élément fondamental de la prévision de l'accroissement des peuplements homogènes. On l'exprime habituellement sous la forme d'un faisceau de courbes de fertilité pour une essence donnée, dans une région donnée. On peut les construire simplement par des méthodes graphiques ou statistiques (F.A.O., 1980).

#### 3.1.1. — Méthodes graphiques

Les étapes de la construction d'un faisceau de courbes de fertilité de production par la méthode graphique sont les suivantes :

1. — Sur le graphique âge/hauteur dominante, on reporte les données des placettes représentées par des points.

2. — On trace à la main, dans le nuage des points, trois courbes représentant au mieux l'évolution moyenne suggérée par :

- les placettes du bord inférieur du nuage;

- la tendance moyenne du nuage;
- les placettes du bord supérieur de nuage.

3. — Lorsqu'on possède des données provenant des placettes temporaires, on intercale deux autres courbes : l'une entre la courbe supérieure et la courbe centrale, l'autre entre la courbe centrale et la courbe inférieure.

4. — Le faisceau de courbes peut traduire une équation. Les courbes elles-mêmes peuvent être numérotées en séquence, chacune représentant alors une classe de fertilité ou de productivité.

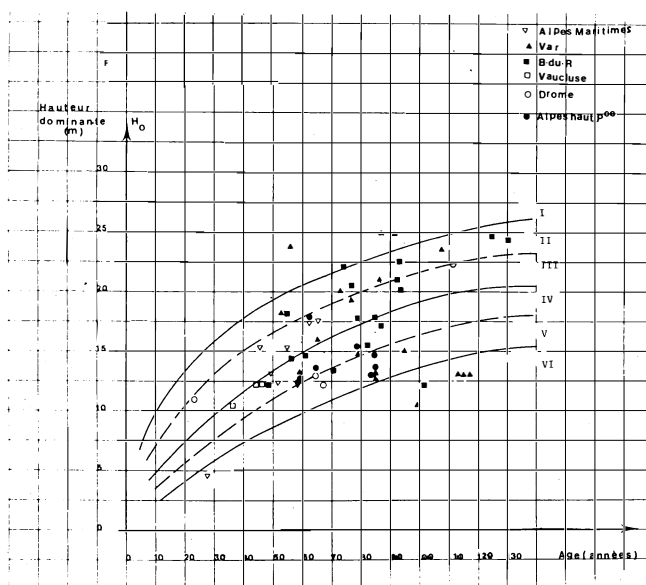


Figure 1. Hauteur dominante/âge.

Cette méthode est simple, mais elle présente certains inconvénients et notamment si les données sont en majorité prises dans des placettes temporaires et peu nombreuses. Nous avons pu répartir les placettes dans les six classes suivantes :

#### Classe n° I

Gémenos n° 2, Rians n° 3, Lorgue n° 1, Callian n° 2.

Dans cette classe, la hauteur dominante moyenne est de 25 m. Nous avons mesuré des individus de pin d'Alep à

(2) Pour plus de détails sur les autres variables dendrométriques voir thèse Abbas, 1983.

Gémenos (vallon de Théâtre de la Nature) qui atteignent 34, 35 et 36 mètres de hauteur. Nous n'avons jamais trouvé dans la bibliographie de valeurs aussi importantes.

#### Classe n° II

Callian n° 1, Trans-en-Provence n° 1, Rians n° 1, Saint-Mandrier n° 5, Bouc-Bel-Air n° 1, Allauch n° 3, Gémenos n° 1, Auriol n° 1, Gémenos n° 3, Gémenos n° 4, Nyons n° 1.

La hauteur dominante moyenne dans cette classe est de 21 m environ.

#### Classe n° III

Aubignosc n° 1, Lamanon n° 1, Allauch n° 1, Tholonet n° 1, Clavier n° 1, Les Arcs n° 1, Les Pilles n° 1, Blausasc n° 1, Villars-sur-Var n° 1, 2, 3.

La hauteur dominante moyenne dans cette classe est de 17 m environ.

#### Classe n° IV

Vaucluse n° 1, 2, 3, Valbonne n° 1, 2, Bouc-Bel-Air n° 3, Allauch n° 2, Le Tholonet n° 2, Ceyreste n° 1, Peyrins n° 1, La Seyne-sur-Mer n° 1, Aubignosc n° 2, Sisteron n° 1.

La hauteur dominante moyenne est de 15 m environ.

#### Classe n° V

Rians n° 2, Blausasc n° 3, Sisteron n° 2, 3, Villecroze n° 1, Entrecasteaux n° 1, Aups n° 1, 2, Bouc-Bel-Air n° 1, Mirabel n° 1, Vinsobres n° 1, Blausasc n° 2, Ceyreste n° 2, Saint-Mandrier n° 1, 2, 3, 4.

La hauteur dominante moyenne est de 11-13 m environ.



Photo 1. Forêt communale de Gémenos (B.du.Rh.).  
Futaie jardinée de pin d'Alep avec sous-bois de chêne kermès, romarin. Placette n° 4. Photo H.A.

## 4. — Importance pratique de l'estimation de l'accroissement et de la production

Les méthodes d'estimation ou de prévision de l'accroissement et de la production des peuplements forestiers sont nombreuses et elles permettent de réaliser des prévisions et des estimations.

L'efficacité de la gestion forestière est liée à des interventions périodiques sur le terrain. Il faut aller dans le sens de traitements tenant compte des prévisions quant à l'évolution des peuplements. Il faut tenir compte :

- de leur valeur économique
- de leur valeur sociale.

L'avenir d'une forêt est directement influencé par les coupes. Si on prélève au-delà d'un certain seuil, on peut dépasser les capacités d'auto-renouvellement des ressources de la parcelle. Au contraire, des prélèvements bien conduits favorisent les capacités d'accroissement de la forêt. Le type de traitement, l'intensité et la rotation des coupes reposent sur la quantification des réponses de la forêt à ces opérations. C'est là l'objet des études de production et d'accroissement.

Le choix du type de modèle à utiliser pour représenter la croissance d'une essence donnée est directement lié à la connaissance qu'on peut avoir sur le tempérament de celle-ci.



Photo 2. Forêt domaniale d'Aubignosc (A.H.P.).  
Futaie dense de pin d'Alep avec sous-bois de *Juniperus communis*. Placette n° 1. Photo H.A.

On peut donc choisir, compte tenu des informations que l'on a, par ailleurs, recueillies sur telle ou telle essence, les techniques les plus appropriées d'intervention sylvicole.

Le modèle prévisionnel d'accroissement et de production doit aussi intégrer les données obtenues par la recherche

écologique et la gestion de l'environnement. Ces modèles sont nécessairement différents de ceux établis pour guider le forestier sur les seules bases dendrométriques.

De très intéressantes conclusions sur ce thème ont été présentées dans les études publiées par la F.A.O. (1980).

## 5. — Détermination d'un critère de productivité actuelle d'une placette de pin d'Alep

Rappelons que la productivité d'une placette, ou sa fertilité, sont influencées par les caractéristiques intrinsèques de la placette (station), et notamment les particularités écologiques qui peuvent intégrer des données :

- édapho-chimiques : somme des bases échangeables du complexe absorbant du sol, quantité totale de matière organique, azote, potassium, calcium, etc.

- soit édapho-physiques : pourcentage d'éléments grossiers supérieur à 20 mm, épaisseur de l'horizon A, relations de cet horizon avec l'eau d'imbibation de l'horizon B...

- soit caractérisant le sol globalement : texture, profondeur, etc.

- soit traduisant des caractères plus globaux encore : facteurs climatiques action humaine, etc.

Compte tenu de ces caractères, il a été possible de distinguer pour l'ensemble des peuplements étudiés sur l'aire provençale du pin d'Alep six classes de fertilité dont les caractéristiques sont les suivantes :

| Classe de productivité (fertilité) | Hauteur moyenne totale à 75 ans | Production en bois de tiges depuis l'origine en m <sup>3</sup> /ha/an |
|------------------------------------|---------------------------------|---|
| Classe exceptionnelle              | 23                              | > 5,5-6   |
| Classe 1                           | 20                              | 5   |
| Classe 2                           | 18                              | 4   |
| Classe 3                           | 16                              | 3   |
| Classe 4                           | 13                              | 1,3   |
| Classe 5                           | 10                              | < 1   |

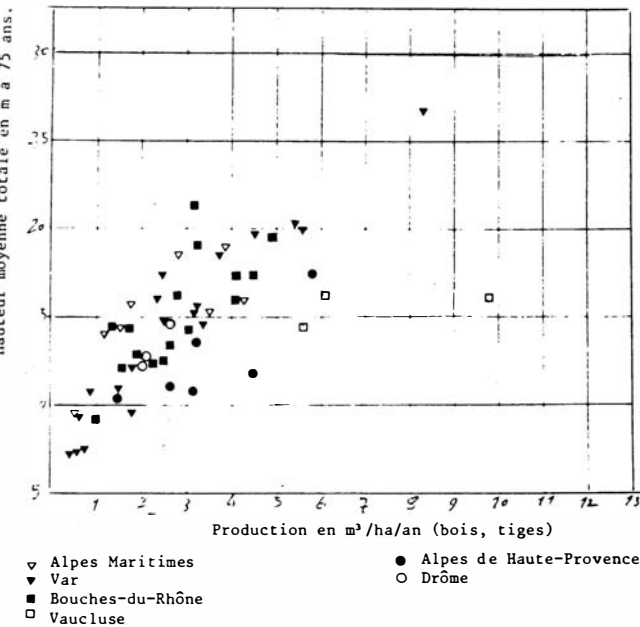


Figure 2. Relation entre la production en bois de tige du pin d'Alep par hectare et par an à l'âge moyen de 75 ans et la hauteur totale moyenne atteinte.



Photo 3. Forêt communale de Lorgues (Var). Futaie régulière de pin d'Alep avec sous-bois de *Juniperus oxycedrus*, *Viburnum tinus*, chêne vert. Photo H.A.

Les stations se rattachant à six classes sont :

### Classe exceptionnelle

Aubignosc n° 1, Les Pilles, Calliant n° 1, 2, Bedoin n° 1, 2, 3.

### Classe 1

Peyriers n° 1, Albonne n° 2, Bouc-Bel-Air n° 1, Lamanon, Gemenos n° 1, Rians n° 3, Trans-en-Provence.

### Classe 2

Sisteron n° 1, Aubignosc n° 2, Villars-sur-Var n° 2, Allauch n° 2, 3, Gémenos n° 2, Saint-Mandrier n° 5, Les Arcs n° 1, Lorgue n° 1, La Seyne-sur-Mer.

### Classe 3

Sisteron n° 2, 3, Blausasc n° 1, Valbonne n° 1, Villars-sur-Var n° 1, 2, Bouc-Bel-Air n° 3, Le Tholonet n° 1, 2, Allauch n° 1, Gémenos n° 3, 4, Ceyreste n° 1, Auriol n° 1, Nyons n° 1, Vinsobres n° 1, Mirabel, Aups n° 1, 2, Rians n° 1, Entre-Casteaux, Claviers.

### Classe 4

Blausasc n° 3, Bouc-Bel-Air n° 2, Ceyreste n° 2, Villecroze n° 1.

### Classe 5

Blausasc n° 2, Saint-Mandrier n° 1, 2, 3, 4, Rians n° 2.

En comparant les chiffres de productivité en Provence avec ceux obtenus par Soulères (1967, 1975) en Tunisie ou ceux de Kadik (1983), pour l'Algérie, on constate que, pour des conditions bioclimatiques équivalentes (zone subhumide fraîche), la production moyenne du pin d'Alep est meilleure dans les stations françaises. Cela tient probablement à la qualité des sols nettement moins dégradés de la France méditerranéenne.



# 6. — Relation entre le sol et hauteur dominante, production de bois de tige

La relation entre la profondeur du sol et les variables dendrométriques est illustré par le graphique suivant liant profondeur du sol et hauteur dominante.

Ainsi le pin d'Alep se rencontre sur des sols très variés, suivant les stades d'évolution des peuplements et suivant la densité, l'ancienneté, la composition de la flore, les traitements supportés, la fréquence des incendies, l'action humaine (Nahal, 1962a; Combe et De Plaque, 1970).

Il convient, à présent, de fournir un aperçu sur les caractéristiques générales des sols dans nos placettes sur la base des 5 sondages réalisés sur chacune d'elles qui ont permis d'évaluer la profondeur moyenne des profils. En fonction des résultats obtenus et pour faciliter les comparaisons, l'ensemble des profils a pu être subdivisé en 5 classes sur la base de leur profondeur.

## Classe n° I

Se regroupent dans cette classe les placettes d'Auriol n° 1, Rians n° 3, Trans-en-Provence n° 1, Lorgues n° 1, Callian n° 1 et 2, Bedoin n° 1, 2, 3, les Arcs n° 1, Nyons n° 1. Les sols de très bonne épaisseur entre 81 et 100 cm de profondeur offrent de bons bilans hydriques en raison de leur qualité et contribuent à assurer de bonnes productions.



Photo 4. Forêt communale d'Entrecasteaux (Var). Futaie régulière de pin d'Alep, avec sous-bois de chêne vert, genévrier oxycèdre, etc...

Photo H.A.

## Classe n° II

Se rapportent à cette classe les placettes d'Aubignosc n° 1, Bouc-Bel-Air n° 1, St-Mandrier n° 5, Allauch n° 1, le Tholonet n° 1, 2. La profondeur moyenne du sol varie entre 61 à 80 cm. Il s'agit de sols de bonne épaisseur avec quelques squelettes. Dans ces placettes d'ailleurs, pour une même région, comparativement (aux suivants), la production ligneuse est sensiblement augmentée.

## Classe n° III

Elle rassemble les placettes d'Aubignosc n° 2, Villars-sur-Var n° 3, Bouc-Bel-Air n° 2, 3, Allauch n° 2, 3, Gemenos

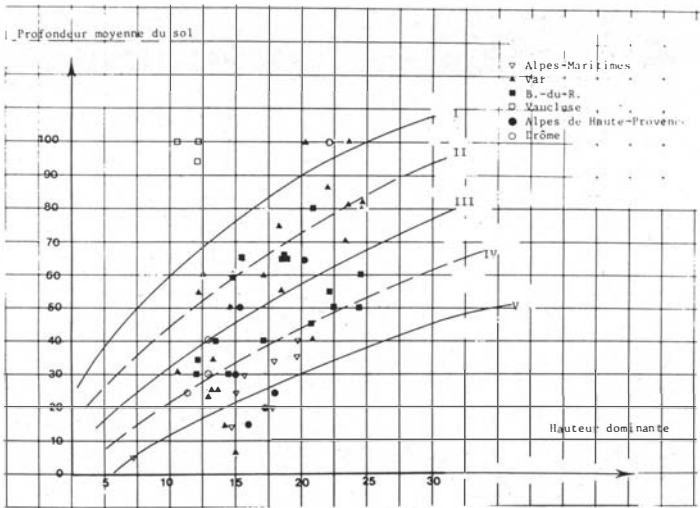


Figure 3. Profondeur moyenne du sol et hauteur dominante.

n° 1, 2, 3, 4, Ceyreste n° 1, Vinsobres n° 1, Aups n° 1, Rians n° 1, Entrecasteaux n° 1, Villecroze n° 1, Claviers n° 1. Il s'agit de sols d'épaisseur moyenne comprise entre 41 et 60 cm. La production en bois relativement bonne dans ces placettes est sans doute, au moins en partie, liée à l'épaisseur satisfaisante des profils.

## Classe n° IV

Elle réunit les placettes de Peyruis n° 1, Valbonne n° 1, Villars-sur-Var n° 2, Lamanon n° 1, Ceyreste n° 2, les Pilles n° 2, Mirabel n° 1, St-Mandrier n° 1, 2, 3, Aups n° 2. Il s'agit de sols variés dont la profondeur est comprise entre 21 à 40 cm; ce sont là encore des sols d'épaisseur relativement faible et assez riches en squelettes.

## Classe n° V

Elle comprend les placettes de : Sisteron n° 1, 2, 3, Blasasc n° 2, 3, Villars-sur-Vars n° 1, Rians n° 2, la Seyne-sur-Mer n° 1. La profondeur moyenne à leur niveau est comprise entre 0 et 20 cm. Il s'agit donc de milieux où les sols sont très pauvres et de très faible épaisseur. Ce complexe regroupe par exemple les placettes de Blasasc n° 2, 3 où le pin d'Alep se développe à même le substrat sur des marnes affleurantes où il n'y a presque pas de végétation. On trouve aussi ce type de station mais sur dalle calcaire à Rians n° 2, Sisteron n° 1, 2, 3, etc., où là encore le couvert végétal montre un très faible recouvrement.

Globalement, on peut donc conclure que dans l'aire du pin d'Alep, en région méditerranéenne française, la profondeur du sol joue un rôle déterminant dans la production ligneuse qui lui est directement corrélée.

Cela est vrai globalement à l'échelle géographique mais aussi à l'échelle de la station. Les placettes de Rians 2, 1, 3, respectivement situées dans les classes 1, 3 et 5, illustrent bien, pour des placettes bioclimatiquement proches, le rôle déterminant de la profondeur du profil et sa bonne corrélation avec la production.

Le tableau suivant donne un aperçu de ces corrélations majeures, profondeur/production, pour les différentes classes de sols qui ont été distinguées en fonction de leur épaisseur.

| Classe de sols                                   | I      | II    | III   | IV    | V    |
|--|--------|-------|-------|-------|------|
| Profondeur moyenne de sol (en cm)                | 31-100 | 61-80 | 41-60 | 21-40 | 0-20 |
| Production de bois de tige de pin d'Alep (en m³) | 5      | 4     | 3     | 1,5   | 1    |
| Hauteur dominante (en m)                         | 20     | 18    | 16    | 13    | 10   |



Par contre, il n'y a pas de corrélation entre profondeur du sol et présence du pin d'Alep. Cette essence, en effet, domine souvent sur des sols peu épais, dégradés et généralement peu évolués où la concurrence d'espèces plus exigeantes comme le chêne vert et le chêne blanc est faible ou inexistante. L'exemple le plus significatif de ce cas de figure est celui des sols bruts sur marnes de la station de Blausasc. Ces particularités traduisent la capacité et la possibilité du pin d'Alep de vivre sur les sols les plus pauvres. Bien évidemment, sur ces terrains, les peuplements sont clairsemés et leurs productivités faibles. La profondeur moyenne du sol est un bon élément, lorsque le pin d'Alep existe, pour en évaluer la productivité et déterminer au moins des classes.

Malheureusement, la profondeur du sol est quelquefois assez difficile à apprécier, du moins dans certaines stations, et en particulier sur les calcaires durs diaclasés et diversement fissurés en fonction du pendage. Ces fissures peuvent être parfois très profondes et remplies de terre; elles influent alors sur la croissance des arbres qui les colonisent.

Dans les profils d'une même placette la variation du pourcentage plus ou moins élevé de cailloux, pouvait amener à fausser les résultats en introduisant une certaine hétérogénéité qui n'apparaît pas toujours.

C'est pourquoi, nous avons décidé de réaliser cinq sondages par placette qui donnent une meilleure idée de pourcentage moyen de cailloux, qui joue un rôle très important.

Dans l'ensemble des placettes étudiées, le pin d'Alep se rencontre sur les profils suivants : sols bruns méditerranéens jeunes, sols rouges méditerranéens, sols bruns calcaires, rendzines rouges, rendzines brunes, sols lessivés, etc.

à suivre...

**H.A., M.B., R.L., P.Q.**

Photo 5. Forêt communale de Bouc-Bel-Air (B.du.Rh.).

Futaie jardinée de pin d'Alep avec sous-bois de *Ulex parviflorus*, chêne kermès, etc.

Photo H.A.

Photo 6. Forêt communale d'Allauch (B.du.Rh.).

Futaie régulière de pin d'Alep avec sous-bois de chêne kermès. Placette n° 1.

Photo H.A.

Photo 7. Forêt particulière de Villars-sur-Var (A.M.).

Futaie jardinée de pin d'Alep avec sous-bois de chêne pubescent, etc.

Photo H.A.