CIHEAM
Options Méditerranéennes

La productivité des forêts de pin d'Alep dans le sud-est méditerranéen français. Analyses écodendrométriques

Abbas H.

Le pin d'Alep et le pin brutia dans la sylviculture méditerranéenne

Paris : CIHEAM
Options Méditerranéennes : Série Etudes; n. 1986-I

1986
pages 127-156

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=CI010858

To cite this article / Pour citer cet article

Abbas H. **La productivité des forêts de pin d'Alep dans le sud-est méditerranéen français. Analyses écodendrométriques.** *Le pin d'Alep et le pin brutia dans la sylviculture méditerranéenne.* Paris : CIHEAM, 1986. p. 127-156 (Options Méditerranéennes : Série Etudes; n. 1986-I)

CIHEAM

http://www.ciheam.org/
http://om.ciheam.org/

CIHEAM

CIHEAM - Options Mediterraneennes

La productivité des forêts de Pin d'Alep dand le sud-est méditerranéen français. Analyses écodendrométriques

Hikmat Abbas

Laboratoire de Botanique et Ecologie Méditerranéenne
Faculté de St. Jérôme - 13397 MARSEILLE CEDEX 13

Mots-clés : Pin d'Alep, France méridionale, écologie, production, indicateurs écodendrométriques, aménagement.

RESUME

Cette recherche sur l'écologie, la production et l'aménagement des forêts de *Pin d'Alep* dans le Sud-Est méditerranéen français (Alpes-Maritimes, Var, Bouches-du-Rhône, Vaucluse, Alpes-de-Haute-Provence et Drôme) s'est appuyée sur l'étude des formations à Pin d'Alep dans les situations les plus différentes écologiquement. L'établissement de transects suivant l'altitude et la latitude, et l'installation de placettes d'échantillonnage ont permis de couvrir l'ensemble de la palette des séries et des structures de végétation auxquelles *Pinus halepensis* participe. Pour évaluer la production ligneuse de ces pinèdes, ont été pris en compte leurs différents caractères dendrométriques dont on a recherché les éventuelles corrélations avec les facteurs bioclimatiques, édaphiques, etc..., par l'analyse factorielle. On a établi six classes de productivité, cinq classes de fertilité de sol, cinq classes de hauteurs dominantes. Des propositions d'aménagement des pinèdes intégrant les résultats obtenus sont faites.

ABSTRACT

This research about the ecology, the production and the management of *Aleppo Pine* forests in the south-eastern part of mediterranean France (Alpes-maritimes, Var, Bouches-du-Rhône, Vaucluse, Alpes de Haute Provence and Drôme) is based on the study of the formations of *Aleppo Pine* in very different ecologycal situations.

Settlement of transects, according to altitude and latitude, and sample plots allowed us to cover the whole series and vegetation structures in which Aleppo Pine is present.

In order to estimate the wood production of these Pine forests, their various dendrometric characteristics have been taken into consideration as well as possible correlations with bioclimatic and edaphic factors using multifactorial analysis.

Six classes of productivity, five classes of fertility of soil, five classes of dominant height have been established.

Some propositions for the management of pine forests taking into consideration the results of this study have been made.

* Laboratoire de Botanique et Ecologie Méditerranéenne Faculté de St. Jérôme - 13397 MARSEILLE CEDEX 13.

INTRODUCTION

Pendant des siècles les forêts méditerranéennes ont été considérées comme des réserves pour l'extension des cultures, là où les sols s'y prêtaient, 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 (BARBERO, LOISEL et QUEZEL, 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 (QUEZEL, 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 (QUEZEL, 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 (BARBERO, 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, 1956 ; DUGELAY, 1956). 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 circumméditerranéens.

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 NEGRE, 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.

C'est en fait, comme nous le verrons par la suite, certainement une erreur, et une mise en valeur très rapide de ces forêts du *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 ; QUEZEL, 1973, 1976, 1978, 1979 ; SOULERES, 1969, 1975 ; TOMASELLI, 1976 ; CHALABI, 1980 ; AKMAN, BARBERO et QUEZEL 1978 ; ABBAS, 1981, 1982, 1983 ; ABBAS, BARBERO 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 des 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 écologiques, 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 rationnaliser 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.

LES NOUVELLES DONNEES SUR LA PRODUCTIVITE DES FORETS DE PIN D'ALEP DANS LE SUD-EST MEDITERRANEEN FRANCAIS

Introduction

Dans cette étude, nous ferons référence aux différentes méthodes d'estimation de la productivité des milieux forestiers à partir de placettes expérimentales préalablement choisies par échantillonnage stratifié en tenant compte des diverses unités phytoécologiques auxquelles participe le Pin d'Alep.

Notre étude de production sera conduite non par référence aux caractéristiques propres aux placettes et aux peuplements pour évaluer la biomasse (approche qualitative), mais plutôt en tenant compte des relations entre la production des peuplements et les caractéristiques environnementales les plus saillantes les concernant (approche quantitative).

A la dernière approche, on peut rattacher plusieurs méthodes qui utilisent des indices de productivité (comme le souligne RONDEUX, 1977). Ces indices sont des témoins de qualités "stationnelles", basés sur le recueil de données qui doivent être faciles à mesurer et convenablement corrélées avec la production. Il convient de rappeler brièvement les principales méthodes quantitatives utilisant ces indices, tout en considérant qu'il est inutile d'entrer dans le détail. Par ailleurs, ces méthodes sont classiques et sont assez bien connues.

1. *Méthodes dendrométriques directes* : le critère de productivité concerne la production totale de matière ligneuse, soit le volume total produit à un âge de référence ou l'accroissement moyen annuel en volume à ce même âge.

2. *Méthodes dendrométriques indirectes* : le critère de procuctivité est défini par une caractéristique dendrométrique en liaison étroite avec la production totale en volume.

3. *Méthodes mixtes* : le critère de productivité résulte de l'association de caractéristiques dendrométriques et de diverses variables du milieu (sol, flore, topographie, climat, etc...) (GARBAY, LEROY, TACON et LEVY, 1970). Les deux premières méthodes sont essentiellement de nature dendrométrique, et s'adressent spécifiquement aux peuplements. Elles font intervenir des indices dendrométriques.

Quant à la troisième, elle permet d'associer les indices dendrométriques et les divers facteurs de l'environnement sous forme d'indices mixtes. C'est cette dernière approche que nous avons adoptée en essayant de relier la productivité non seulement aux caractéristiques dendrométriques, mais aussi, à des éléments du milieu tout en les synthétisant au mieux.

Méthodes mixtes

Les méthodes mixtes sont nombreuses et certaines d'entre elles ont pour but de mettre en relation la hauteur dominante à un âge donné (ou bien un autre indice dendrométrique avec les facteurs de l'environnement). Le fondement de cette méthode réside entre autres dans l'intérêt de pouvoir estimer le site-index, c'est-à-dire la qualité dendrométrique du site, sans se livrer à une étude approfondie de l'ensemble des caractéristiques de peuplement, mais en tenant compte des caractéristiques environnementales. Cette méthode permet d'améliorer la précision offerte par l'utilisation des seules variables dendrométriques. Elle est intéressante pour la construction de tables de production, car elle intègre la variabilité des relations entre volume total et hauteur dominante (DECOURT, 1972).

L'association des indices dendrométriques et des variables du milieu a guidé les recherches les plus récentes (RONDEUX, 1977 ; M'HIRIT, 1982 ; MIGLIORETHI, 1983 ; ABBAS, 1983).

L'étude quantitative de la productivité peut toucher divers niveaux de l'aménagement forestier et peut se concevoir généralement sur une grande surface, en intégrant plusieurs facteurs importants de l'environnement. Pour ce faire, la modélisation constitue l'approche la plus pertinente. On peut l'envisager de la manière suivante :

- Choix d'une surface homogène occupée par l'essence.
- Matérialisation de placettes d'échantillonnage dans des peuplements, en englobant des stades de développement assez larges en tenant compte de l'âge et des conditions de productivité. Cela consiste (sur les placettes) à mesurer les hauteurs dominantes, les âges, à caractériser les facteurs topographiques, édaphiques, climatiques et floristiques, aussi bien dans la placette que dans son environnement proche. Notre problématique a intégré l'ensemble des mesures nécessaires pour cette approche écodendrométrique.

Les variables récoltées sur le terrain ont été des va-

riables brutes comme la hauteur, l'âge, le diamètre, etc...

Certaines d'entre elles ont été calculées comme le coefficient de forme, le volume.

Dans ces approches, il convient toujours d'avoir une double préoccupation. Tout d'abord définir et mesurer des variables simples qui sont de grande utilité pour les gestionnaires, assortir ces variables d'un certain nombre d'espèces végétales indicatrices. Ensuite établir des relations plus fines entre d'autres paramètres dendrométriques et écologiques qui permettent de faire avancer les recherches dans les domaines de l'écologie dendrométrique, domaine vital pour l'analyse des écosystèmes forestiers et les mécanismes de leur fondement.

Notre objectif dans cette étude à petite échelle, a donc été de prévoir les valeurs de la hauteur dominante de l'espèce, en relation avec divers facteurs du milieu. Il a donc fallu que les données récoltées recouvrent un maximum de situations spatio-temporelles ; cette méthode peut donner lieu à de nombreuses applications en aménagement :

- Choix objectif d'essences forestières les mieux adaptées du point de vue de la production ligneuse.
- Prévision de la productivité attendue ou possible du milieu couvert ou non par la forêt.
- Etablissement de cartes de potentialité forestière (zone d'isopotentialité), en précisant sur des bases objectives, le type et le degré de l'aménagement des forêts (BARBERO, 1982).
- Réalisation progressive d'un inventaire des peuplements, et détermination de la production réelle utilisable.

Notre étude de productivité peut être utilisée par les aménagistes et notamment par ceux qui se préoccupent du remplacement des essences moins productives par d'autres essences plus productives, et ce, dans les diverses biocenoses forestières. La connaissance de la fertilité d'une placette, permettra d'envisager le changement éventuel de l'essence en place ou son maintien, mais aussi, de diriger la révolution et le mode de traitement.

En matière d'aménagement forestier la productivité des peuplements joue un rôle capital et décisif. Sa détermination est étroitement liée au choix judicieux des essences, à la justification de leur localisation et à l'appréciation de leur production ligneuse estimée. La notion de production étendue est en effet un élément indispensable de l'appréciation du développement des peuplements. Ces caractéristiques nous amènent à souligner la liaison profonde existant entre la notion de "station" et la notion de productivité ou de "capacité de production" d'un peuplement (FRANZ et FORESTER, 1979). Pour un aménagiste forestier, la station s'identifie à une étendue de forêt homogène, tant du point de vue écologique que de l'état du peuplement, sur cette forêt homogène. Il peut pratiquer la même sylviculture et peut espérer obtenir la même production (RONDEUX, 1977). Mais il faut bien faire la distinction entre la notion de productivité potentielle (naturelle ou optimale possible) et celle de productivité actuelle (artificielle). La première concerne une production optimale conditionnée par les propriétés intrinsèques des stations dans le cadre de peuplements non perturbés, homogènes, et à densité normale. La seconde a trait à la production réelle constatée dans une station en fonction de ses composantes actuelles (sol, mais aussi type de peuplement, nature des traitements, accidents subits, etc...) (RONDEUX, 1977). L'appréciation de la productivité est engagée généralement de la manière suivante :

- Soit en mesurant diverses caractéristiques des arbres ou de la végétation elle-même liée aux facteurs de l'environnement.
- Soit en mesurant un ou plusieurs facteurs de l'environnement qui conditionnent directement la croissance des arbres.

La première approche est orientée vers l'étude de la végétation et donc des plantes ou des espèces indicatrices (phytosociologie, étude floristique) ou des peuplements (volume, hauteur, accroissement, etc...), cette approche isole les "effets".

Quant à la deuxième elle consiste à isoler les "causes", elle a pour postulat l'étude de facteurs comme : le climat, la topographie, ou le sol et ses propriétés (RONDEUX, 1977).

Enfin la détermination de la productivité forestière d'une station nécessite la détermination de la production totale des peuplements à un moment donné, mais cette procédure ne donne pas toujours la productivité potentielle ou encore la fertilité du site. La détermination ou l'estimation de celle-ci nécessite effectivement la présence de peuplements normaux et de stations uniformes sur le plan écologique. Il faut donc que les relations sol-climat-peuplement restent constantes dans le temps, ce qui est assez rare en région méditerranéenne.

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 : la remarquable étude de LOISEL (1976) nous a guidés.

Nous avons établi des transects suivant l'altitude et la latitude et localisé nos placettes d'expérimentation de manière à recouvrir la palette des séries et struc-

tures 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 départementeaux 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 structuralement 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 dendrométriques, climatiques, et de la végétation, permet de trouver des indications de production par 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 pincipal 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 on moins équien 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 d'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 limité 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 Bléo-

ne 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 tarrière. 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 fig. n° 3).

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 Gémenos, Aurios, Allauch, etc.

Pour l'ensemble des 6 départements, c'est un dispositif de 56 placettes qui a été installé (voir fig. 3).

CALCULS DE CERTAINES VARIABLES DENDROMETRIQUES

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 m² étendues quelquefois à 500 m² 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 de 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 m².

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

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

$$d^2 = 13797 \text{ cm}^2$$

$$Dg = \sqrt{13797/12} = 33{,}90 \text{ cm.}$$

3°) La surface terrière du peuplement (G) est obtenue en multipliant par $\pi/40000$ d^2 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 m²/ha. Pour Gémenos 1 :

$$G = (13797 \times \pi/40000) / 0{,}025$$

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

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 (Vl) 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 $\frac{fh}{d}$ permet de cuber l'arbre après avoir mesuré son diamètre.

$$V = \frac{\pi\ d^2}{4} \times fh = \frac{\pi\ d^3}{4} \times \frac{fh}{d}$$

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 :

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

UTILISATION DE LA HAUTEUR DOMINANTE COMME INDICATEUR DE FERTILITE (*)

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

* Pour plus de détails sur les autres variables dendrométriques (voir thèse ABBAS 1983).

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, ...

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 tarrière 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).

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 du 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.

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 avous 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 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, Mirable 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.

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'autorenouvellement 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. 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).

DETERMINATION D'UN CRITERE DE PRODUCTIVITE 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 :

- soit 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'imbibition 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 :*

Les stations se rattachant à ces six classes sont :

Classe exceptionnelle
Aubignosc n° 1, Les Pilles, Callian n° 1, 2, Bedoin n° 1, 2, 3.

Classe 1
Peyriers n° 1, Valbonne n° 2, Bouc-bel-Air n° 1, Lamanon, Gémenos 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, Mirable, 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 SOULERES (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.

*

Classe de productivité (fertilité)	Hauteur moyenne totale à 75 ans	Production en bois tiges depuis l'origine en m^3/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

RELATION ENTRE LE SOL ET LA HAUTEUR DOMINANTE - PRODUCTION DE BOIS DE TIGE

La relation entre la profondeur du sol et les variables dendrométriques est illustrée 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.

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 suivantes, 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, Gémenos 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, 2, Villars-sur-Var n° 2, Lamanon n° 1, Ceyreste n° 2, les Pilles n° 2, Mirabele 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, Blausasc 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 Blausasc 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.

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

Classe de sols	I	II	III	IV	V
Profondeur moyenne de sol (en cm)	81-100	61-80	41-60	21-40	0-20
Production de bois de tige de Pin d'Alep (en m^3)	5	4	3	1,5	∓1
Hauteur dominante (en m)	20	18	16	13	∓10

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 du 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.

ANALYSE DES VARIABLES ECOLOGIQUES - RELEVES FLORISTIQUES

L'analyse factorielle des correspondances permet de mettre en évidence les relations entre les différents groupements végétaux et les facteurs écologiques : climatiques, édaphiques et dendrométriques.

Pour un forestier, surtout un aménagiste, ce type de traitement informatique "ECOFLO" constitue une phase capitale qui facilite la mise en évidence des zones homogènes et homoécologiques au niveau des stations et des peuplements, et permet d'évaluer la capacité de production des différents milieux et les modes de traitement à adapter à leurs caractéristiques. En effet, le sylviculteur trouve un intérêt particulier à ce type de recherche qui peut asseoir des règles de culture par référence aux groupes écologiques en les nuançant au vu des espèces indicatrices qu'il rencontrera (DUCHAUFOUR, JACAMON, DEBAZAC et PARDE, 1958).

Les facteurs de l'environnement (facteurs écologiques) conditionnent directement la production ligneuse, tandis que les espèces végétales jouent le rôle d'indices (BECKER, 1973).

Parmi les facteurs écologiques qui influent le plus sur la production, on trouve en premier lieu les conditions climatiques et édaphiques. Comme nous l'avons dit précédemment, l'approche factorielle (indice de productivité mixte) floristique, écologique et dendrométrique est certainement la plus complète et la plus utilisée actuellement grâce aux possibilités offertes par l'informatique (GARBAYE, LEROY, LETACON et LEVY, 1970 ; BECKER, 1973, 1979 ; RONDEUX, 1977, BONIN et ROUX, 1978).

Matériel et variables retenues

Nous avons effectué 112 relevés floristiques à raison de deux relevés par placette, ce qui correspond donc à 56 placettes (stations).

Les variables écologiques sont nombreuses ; parmi les 24 variables traitées, nous en avons, pour plus de clarté et de lisibilité, sélectionné 13.

L'ensemble de ces variables et relevés a fait l'objet d'une étude phyto-écologique qui a permis de dégager des ensembles d'espèces "groupes écologiques" ou groupes d'espèces à écologie relativement proche (CHALABI, 1980).

Ce choix de variables a été fait dans le but de définir des types de milieux édaphiques correspondant aux types de production des forêts étudiées et aux types de groupements d'espèces, etc.*

LES RESULTATS DU TRAITEMENT NUMERIQUE DES VARIABLES ECOLOGIQUES-RELEVES FLORISTIQUES.

Valeurs propres et taux d'inertie : **

On remarque que les valeurs propres et les taux d'inertie sont importants, on peut donc à partir des variables traitées expliquer les relations entre le milieu et la végétation.

Analyse des cartes factorielles :

Nous précisions tout d'abord que nous avons découpé l'ensemble des données rapportant à chacune des 24 variables écodendrométriques traitées, en quatre classes ; la classe n° 1 est la plus faible ou la plus mauvaise, la classe n° 4 est la plus forte ou la meilleure EXP : AL1, c'est l'altitude la plus faible, AL4, l'altitude la plus forte.

AXE N° 1

Les plus fortes contributions le long de l'axe 1 opposent les états de la variable altitude qui apparaît ainsi comme facteur majeur ; vient ensuite la température moyenne annuelle.

L'association des variables le long de l'axe n° 1 nous incite à rechercher le lien qui pouvait les unir et qui peut caractériser l'axe n° 1.

Les facteurs climatiques et les données topographiques jouent donc un rôle prépondérant dans la détermination et la définition de cet axe n° 1.

*

Code abréviatif	Variables écologiques et dendrométriques traitées
AL	Altitude (en m)
TO	Topographie
EX	Exposition
PE	Pente (en %)
SU	Substrat (roche-mère)
DM	Distance à la mer (en km)
PA	Précipitation moyenne annuelle (en mm)
PS	Précipitation estivale (en mm)
TA	Température moyenne annuelle (en °C)
TM	Moyenne des minima du mois le plus froid
QE	Quotient d'Emberger
PR	Profondeur moyenne de sol (en cm)
RE	Recouvrement (en %)
Si	Situation vis-à-vis de la lumière pour le Pin d'Alep (nombre de plantes par ha)
RG	Régénération
NO	Nombre d'arbres à l'hectare (densité)
HD	Hauteur dominante (m)
HM	Hauteur moyenne (m)
Di	Diamètre moyen des arbres (cm)
VO	Volume total bois tiges (m^3/ha)
AC	Accroissement moyen annuel (m^3/ha/cm)
ST	Surface terrière (m^2/ha)
AG	Age en années
CF	Coefficient de forme

Parmi ces variables, ont été retenues les suivantes:

Code abréviatif	Variables écologiques et dendrométriques sélectionnées
AL	Altitude
EX	Exposition
PE	Pente (%)
SU	Substrat (roche-mère)
PA	Précipitation moyenne annuelle (mm)
TA	Température moyenne annuelle (°C)
PR	Profondeur moyenne de sols (cm)
RG	Régénération (nombre de plants/ha)
NO	Nombre d'arbres (densité/ha)
HD	Hauteur dominante (m)
AL	Production moyenne annuelle (m^3/ha/an)
ST	Surface terrière
AG	Age

**

RANG	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Valeurs propres	0,112	0,067	0,041	0,038	0,027	0,023	0,020	0,016	0,014	0,012
Taux d'inertie	23,65	14,25	8,80	8,14	5,89	4,95	4,35	3,38	3,14	2,68
Inertie totale	23,65	37,90	46,70	54,84	60,73	65,60	70,03	73,41	76,55	79,23

AXE N° 2

Le long de l'axe n° 2, les fortes contributions caractérisent les variables dendrométriques telles que : *hauteur dominante, hauteur moyenne*, diamètre moyen, densité des peuplements, volume moyen à l'hectare, accroissement moyen annuel, *surface* terrière moyenne, âge du peuplement, coefficient de forme du peuplement.

L'association de ces différentes variables dendrométriques est très logique, car elles forment un ensemble de paramètres liés les uns aux autres dans les peuplements naturels.

AXE N° 3

Le long de l'axe n° 3, les fortes contributions caractérisent les variables suivantes : *profondeur moyenne* du sol, substrat et précipitation moyenne annuelle.

Examinons certaines de ces variables mentionnées ci-dessus :

Altitude (AL) :

Cette variable est dominante sur l'axe 1, le long de cet axe nous trouverons successivement, AL1, AL2, AL3, AL4. Nous constatons que cette variable suit parfaitement l'axe n° 1 du côté positif vers le côté négatif. C'est-à-dire *les faibles valeurs se trouvent sur* le côté positif et les plus fortes du côté négatif de l'axe.

Précipitation moyenne annuelle (PA) :

La variable précipitation *moyenne annuelle* est liée à l'axe 1 de la carte factorielle 1, 2 et à l'axe 3 du plan 1, 3 où PA1 et PA2 sont du côté positif et PA3, PA4 du côté négatif.

Précipitation estivale (PS) :

Les précipitations estivales sont liées à l'axe 1. PS1 est du côté positif et s'oppose nettement à PS4. Donc la corrélation entre précipitation et altitude est la suivante : avec l'altitude, la précipitation moyenne annuelle augmente ainsi que les précipitations estivales ; ce qui est bien connu des climatologues et des écologues.

Température moyenne annuelle (TA) :

La température moyenne annuelle est liée à l'axe 1 : TA1, TA2 et TA3 s'opposent à TA4 qui occupe la partie positive de l'axe. La température moyenne annuelle (TA) diminue donc nettement avec l'altitude.

Température moyenne des minimas du mois le plus froid (TM) :

TM est liée à l'axe 1, TM1 s'oppose aux autres valeurs de la variable réparties du côté positif de l'axe. *Les valeurs de TM diminuent également avec l'altitude. Les valeurs (m) les plus basses, se trouvent dans* les régions à haute altitude.

Hauteur dominante (HD) :

La hauteur dominante est liée à l'axe 2 ; il en est d'ailleurs de même pour tous les facteurs dendrométriques qui sont liés à l'axe 2 comme : Hm (hauteur moyenne), ST (*surface terrière moyenne*), CF (coefficient de forme), etc...

Les valeurs faibles des variables dendrométriques se trouvent vers le côté positif et les fortes vers le côté négatif. Sans entrer dans une analyse détaillée de la *répartition des variables, nous constaterons simple*ment que les niveaux homologues des états des différentes variables se situent du même côté des axes.

Il en est notamment ainsi pour VO et AC. (VO : Volume moyen à l'hectare, AC : Accroissement moyen annuel *du bois de tige*).

Régénération naturelle du *pin d'Alep* (RG) :

La régénération paraît liée à l'axe 1. On peut en effet constater une opposition assez nette entre RG1 et les *autres valeurs de la variable ; il convient* cependant de souligner que RG2, RG3 et RG4 ne se répartissent pas suivant un gradient précis *sur aucun des trois* axes pris en compte.

Profondeur moyenne du sol (PR) :

La profondeur moyenne du sol se trouve portée sur l'axe 2 et sur l'axe 3.

Nous remarquerons que si l'axe 1 paraît bien être un axe topographique climatique, l'axe 2 un axe dendrométrique (et à degré moindre du sol). Il est difficile de dégager la signification de l'axe 3, du moins dans le cadre de notre échantillonnage de variables.

Résultats du traitement numérique des variables écologiques-Relevés floristiques. (Groupement relevés/variables)

La carte factorielle 1.2 AXE 1 horizontal :

Côté négatif :

Sur la carte factorielle 1.2., on peut étudier la position des variables écologiques : (climatiques, édaphiques), dendrométriques et des relevés floristiques.

L'axe 1, du côté négatif le plus extrême montre un regroupement des relevés 0101, 0102, 0103, 0204, 0205, 1431, 1532, 1633, 1734, qui correspondent aux pinèdes de Sisteron, Aubignosc, Peyrius, Nyons, Les Pilles, Vinsobre, Mirabel et Bedoin, situées sur marne calcaire, calcairo-marneux, schiste...etc. Ce secteur présente des précipitations moyennes annuelles et des précipitations estivales importantes : L'altitude est relativement très importante.

Dans ces stations la température moyenne annuelle

est basse. La production ligneuse est relativement importante.

Toujours du côté négatif de l'axe, 1, mais au-dessus de cet axe plus près du centre se répartissent les relevés 0612, 0614, 0613 (des Alpes Maritimes) qui ont les mêmes caractéristiques précédentes et s'opposent aux relevés 2956, 2954 et 2955 situés au-dessous de l'axe 1 ; ce sont les pinèdes de Bedoin (Vaucluse) qui ont presque les mêmes caractéristiques précédentes.

Le côté négatif est caractérisé par les espèces indicatrices suivantes : *Buxus sempervirens, Juniperus communis, Quercus pubescens, Genista cinerea*...etc.

Ces groupements de ces relevés du côté négatif sont caractérisés par l'état des variables suivantes :

AL3– correspondant à une altitude relativement forte (400 à 600 m) ;
AL4– correspondant à une altitude très forte (600 à 850 m) ;
SU4– correspondant à un substrat de schiste et marne calcaire ;
PS4– correspondant à une précipitation estivale très forte (plus de 130 mm).

Les groupements du côté négatif de l'axe 1 concernent des groupements mixtes où le *pin d'Alep* est associé au chêne pubescent.

Côté positif :

On trouve les relevés : 1835, 1836, 1837, 1838, 1839, 2853, 0511, 0510 et 1228. Ces relevés sont caractérisés par des valeurs faibles de l'altitude, la pente, les précipitations et la profondeur du sol. Les températures par contre, sont élevées, la production du *pin d'Alep* reste faible. Les relevés situés dans la partie positive de l'axe 1 concernent des groupements de *pin d'Alep* plus ou moins associé au chêne vert. Les espèces indicatrices sont : *Myrtus communis, Pistacia lentiscus, Lonicera implexa, Phillyrea angustifolia*...etc.

Etat des variables :

Pour les groupements précédents, côté positif, les états des variables caractéristiques sont :

AL1– correspondant à une altitude faible (0 à 200 m) ;
AL2– correspondant à une altitude relativement faible (200 à 400 m) ;
SU1– substrats divers calcaire dur ;
PA1– précipitations faibles (plus petite ou égale à 650 mm) ;
PA2– précipitations relativement faibles (650 à 750 mm) ;
PS1– précipitations estivales très faibles (inférieure à 70 mm) ;
PS2– précipitations estivales faibles (70 à 100 mm) ;
TA3– température moyenne annuelle élevée (13,6 à 14,5°) ;
TA4– température moyenne annuelle bien élevée (supérieure à 14,5°) ;
TM2– moyenne des minimas du mois le plus froid basse (-0,5 à 1°) ;
TM3– moyenne des minimas du mois le plus froid bien élevée (1 à 3°) ;
TM4– moyenne des minimas du mois le plus froid très élevée (supérieure à 3°).

Les localités représentant les relevés ci-dessus sont St Mandrier, La Seyne sur mer (Var), Valbone (Alpes Maritimes) et Ceyreste (Bouches-du-Rhône). Les peuplements sont relativement âgés surtout à St Mandrier.

Etat des variables de centre et côté négatif :

PA3 correspondant à une précipitation relativement forte (750 à 850 mm) ;
PA4 correspondant à une précipitation forte (supérieure à 850 mm);
PS3 correspondant à une précipitation estivale relativement importante (100 à 130 mm) ;
PS4 correspondant à une précipitation estivale très importante (supérieure à 130 mm) ;
TA1 correspondant à une température moyenne annuelle basse (inférieure ou égale à 12°C);
TA2 correspondant à une température moyenne annuelle relativement basse (12 à 13,6°C) ;
TM1 correspondant à une température moyenne des minimas du mois le plus froid très basse (inférieure à -0,5°C).

Plus au centre de l'axe 1, se regroupent les relevés 1127, 1940, 1941, 1229, 0823, 2246 ; ce sont des pinèdes de transition entre les deux groupes précédents. Les localités correspondant à ces relevés sont celles d'Aups, Villecroze (Var), Ceyrest, Le Tholonet, Gémenos, (Bouches-du-Rhône). Les espèces indicatrices de ces groupements sont : *Quercus coccifera, Ulex parviflorus, Rosmarinus officinalis, Viburnum tinus, Genista hispanica* (etc...).

Comme nous l'avons signalé ci-dessus, les pinèdes correspondant à ces relevés sont caractérisées par des valeurs moyennes des variables décrites précédemment. Altitude, température moyenne annuelle et moyenne des minimas du mois le plus froid ont des valeurs moyennes ; la précipitation annuelle y est relativement élevée, la production forestière en bois-tige est moyenne à l'âge de 75 ans, le *pin d'Alep* est associé au chêne vert, rarement au chêne vert et chêne pubescent.

La carte factorielle 1.2. AXE 2 Verticale :

Côté positif :

Sur l'axe 2 on trouve successivement en ordonnées positives les relevés : 0408, 0409, 0407, 2043 et 1229,

auxquels on peut adjoindre le relevé 1940 ; ces relevés appartiennent aux localités de Blausasc (Alpes Maritimes), Rians (Var), Ceyreste (Bouches-du-Rhône). Elles sont caractérisées essentiellement par une profondeur moyenne du sol très faible à faible. En effet, elles correspondent au PR1 et PR2 ; ainsi, avec une profondeur du sol aussi faible, nous avons une production du bois tige correspondant, faible également. Les autres caractères dendrométriques ont également des valeurs faibles sur l'axe 2 côté positif. Ces variables dendrométriques sont la hauteur moyenne, la hauteur dominante, la surface terrière, le coefficient de forme, le volume à l'hectare, l'accroissement annuel, etc... Ces pinèdes sont essentiellement des groupements de dégradation comme celles de Blausasc N° 2 et 3 et de Rians n° 2.

Les espèces indicatrices principales de ces groupements de pinèdes sont : *Rosmarinus officinalis, Thymus vulgaris, Juniperus oxycedrus, Globularia alybum, Staehelina dubia, Fumana ericoides,* etc...

Etat des variables :

PR1 correspondant à une profondeur du sol très faible (0-20 cm) ;
PR2 correspondant à une profondeur du sol faible (20-40 cm) ;
VO1 correspondant à une production à l'hectare très faible (inférieure à 50 m^3/ha) ;
AC1 correspondant à un accroissement moyen annuel à l'hectare inférieur ou égal à 1,5 m^3/ha/an ;
ST1 correspondant à une surface terrière très faible (inférieure ou égale à 15 m^2/ha) ;
ST2 correspondant à une surface terrière faible (15 à 25 m^2/ha) ;
HD1 correspondant à une hauteur dominante inférieure ou égale à 13 m ;
HD2 correspondant à une hauteur dominante 13-16 m.

Côté négatif.de l'axe 2 :

Le côté négatif de l'axe 2 est caractérisé par les relevés floristiques suivants : 0715, 0716, 0717, 0919, 1022, 2145, 2484, 2752, 1125, 2751, 1126, 1124...

Ces relevés correspondent aux localités de Bouc-Bel-Air, Allauch, Lamanon, Gémenos, (Bouches-du-Rhône), Entre-Casteux, Trans en Provence, Callains (Var).

Ces groupements sont caractérisés par une profondeur du sol importante PR3 et PR4 et par une production du bois tige à l'hectare importante VO3 et VO4 entre 300 à 450 m^3 à l'hectare. Toutes les autres variables dendrométriques sont corrélées à ces deux critères importants : ainsi on trouve AC3, AC4, (accroissement annuel de 4 à 6 m^3/ha). La hauteur dominante HD3 de l'ordre de 16 à 20 m et HD4 dépassent largement les 20 m.

Cet ensemble de relevés est caractérisé par les espèces indicatrices suivantes : *Quercus coccifera, Teucrium chamaedrys, Rubia peregrina, Carex hallerina, Asparagus acutifolius, Aphyllantes monspeliensis, Juniperus communis, Quercus ilex, Quercus pubescens, Pistacia terebintus, Buxus sempervirens,* etc...

Etat des variables :

PR3 correspondant à une profondeur du sol importante (40 à 60 cm) ;
PR4 correspondant à une profondeur du sol très importante (supérieure à 60 cm) ;
VO2 correspondant à une production de bois tige/ha moyenne (50 à 150 m^3/ha) ;
VO3 correspondant à une production de bois tige importante (150 à 300 m^3/ha) ;
VO4 correspondant à une production de bois tige/ha très importante (supérieure à 300 m^3/ha) ;
AC3 correspondant à un accroissement moyen annuel important (3 à 4 m^3/ha/an) ;
AC4 correspondant à un accroissement moyen annuel très important (supérieur à 4 m^3/ha/an) ;
HD3 correspondant à une hauteur dominante forte (16 à 20 m) ;
HD4 correspondant à une hauteur très forte (supérieure à 20 m) ;
ST4 correspondant à une surface terrière très forte (supérieure à 35 m^2/ha) ;
NO4 correspondant à une densité d'arbres très élevée (supérieure à 600 tiges/ha).

La carte factorielle 1.3 :

Il est difficile à partir de la carte 1.3., de tirer des conclusions nouvelles ; tout au plus peut-on confirmer les observations précédentes, certains points restant regroupés comme ils l'étaient dans le plan 1.2.

CONCLUSION DE L'ANALYSE NUMERIQUE :

L'axe 1 est caractérisé du côté négatif par une altitude forte, une pente forte, des précipitations fortes, une régénération naturelle de Pin relativement faible et des températures basses ; la partie positive de l'axe 1 offre un schéma inverse où l'altitude est faible, la pente faible, le substrat varié, les précipitations faibles, l'âge est important (plus de 100 ans) les températures sont élevées.

Tandis que sur l'axe 2, on remarque que la partie positive est caractérisée par : une profondeur du sol faible, hauteur dominante faible, production ligneuse faible, et surface terrière faible.

Au contraire, sur la partie négative on observe que la profondeur du sol devient importante, comme la hauteur dominante, et la production ligneuse ainsi que la surface terrière.

Enfin, on peut dire que l'axe 1 est un axe essentielle-

ment thermique et altitudinal, l'axe 2 est un axe de production et d'un degré moindre de profondeur du sol.

CONCLUSION GENERALE.

Nos recherches sur la production et l'écologie des forêts de *pin d'Alep* ont porté sur un territoire très étendu de la région méditerranéenne française située entre le Rhône et la frontière italienne.

Les recherches ont été engagées sur 56 stations (placettes), réparties sur six départements : Var, Alpes Maritimes, Bouches-du-Rhône, Vaucluse, Alpes-de-Haute-Provence, et la Drôme. Ces stations (placettes), occupent des milieux très variés et complexes, situés sur le plan bioclimatique entre le subhumide, variante fraîche, et l'humide tempéré. Les peuplements ne sont pas tous équiènes et denses. Ils sont mêmes souvent clairs et de ce fait n'exploitent pas au mieux les potentialités réelles des milieux.

La production des pinèdes est directement liée à la fertilité de la station et plusieurs classes ont été distinguées.

Elle dépend aussi de la densité de peuplement et plus particulièrement de sa surface terrière, qui rend le mieux compte de l'occupation de la station (SOULERES, 1975), de son âge, de sa hauteur, etc...

Les conclusions synthétiques que nous pouvons dégager quant à l'aire du *pin d'Alep* en France se rapportent à trois régions principales qui ont été caractérisées et étudiées sur les plans écologique et forestier.

Littoral et juxtalittoral (200 m) :

La zone comprend les stations de St Madrier, la Seyne-sur-mer, Valbonne. Les grands traits écologique et forestier caractérisant les pineraies de ces zones sont :

Climat

Les précipitations sont comprises entre 563 et 818,5 mm avec un régime du type AHPE mais à St Mandrier (Toulon) le régime est du type HAPE ; la moyenne annuelle des températures varie entre 13,8 et 15,7°C. Le bioclimat appartient au type subhumide variante tempérée, mais à Valbonne le type est humide variante tempérée (comprise entre 5 et 5,8°C).

Végétation

Les espèces forestières et préforestières de la classe des *Quercetea ilicis* sont dominantes, surtout les espèces du groupement de *Querco-pinetum halepensis*. Nous soulignons l'existence des nombreuses espèces indicatrices thermiques : *Quercus coccifera, Calycotome spinosa, Myrtus communis*. La fréquence des espèces thermophiles illustre la caractère tempéré et chaud qui confirme les observations faites lors de l'étude climatique et l'analyse factorielle. Dans cette zone, les peuplements les mieux développés se localisent sur les subsbrats calcaires marneux.

Dendrométrie

La forêt de *pin d'Alep* dans cette zone littorale et juxtalittorale est la moins développée en comparaison avec les autres zones. Les hauteurs dominantes à 75 ans, varient entre 10,23 et 17 m. La production estimée par hectare et par an, à 75 ans, varie de 0,3 à 4,2 m^3/ha/an. La moyenne est de 2,2 m^3/ha/an.

Zone centrale : (200 à 500 m)

La zone centrale comprend les régions montagneuses basses. Elle réunit les affleurements calcaires, dolomitiques et marneux. On y trouve aussi des schistes. Les caractères écologiques et forestiers de cette zone peuvent être résumés comme suit :

Climat

Les précipitations annuelles s'échelonnent entre 594,9 et 899,9 mm. Les températures annuelles varient entre 11,6 et 14,5°C, le bioclimat est du type subhumide frais et la période sèche dure 2 à 3 mois.

Végétation

L'étude floristique des placettes installées dans les pineraies de la zone centrale confirme l'existence d'un climat moins thermophile que celui de la zone littorale et juxtalittorale. On note ainsi que *Quercus ilex, Quercus coccifera, Rhamnus alaternus, Phyllirea angustifolia, Viburnum tinus*, sont mieux représentées. Le recouvrement végétal est élevé, plus important que celui de la zone littorale et juxtalittorale.

Les sols sont du type : sols fersialitiques, sols bruns, brun-calcaires lessivés, brun-calciques... rendzine : autochtone, allochtone rouge. Les substrats sont constitués par les marnes, calcaires, grès calcaires.

Dendrométrie

La hauteur moyenne à 75 ans du Pin d'Alep dans les stations centrales étudiées varie entre 11,19 à Villecrose et 20,18 m à Trans-en-Provence. La production à 75 ans varie de 1,5 à 5,5 , la moyenne est de 3,5 m^3/ha/an.

Zone septentrionale (limite de l'aire du Pin d'Alep) : 500 à 850 m

L'altitude moyenne est de l'ordre de 650 m. Les principaux substrats rencontrés sont constitués par des calcaires durs, des marnes calcaires, alternent avec

des marnes et des schistes. L'étude de cette zone constituée par Sisteron, Aubignosc, Peyruis (GANAGOBIE), Villars-sur-Var, Bedoin, Noyens, Les Pilles, Vinsobres, Mirabele, Callian, a permis de reconnaître les particularités écologiques et forestières suivantes :

Climat

Les précipitations varient entre 677 mm à Bedoin et 1165 mm à Saint Vallier de Thirz (Callian). Les températures moyennes annuelles varient entre 11,9 et 13,01°C, la moyenne des minimas du mois le plus froid (m) est comprise entre -0,3 à -2,5°C, le bioclimat est du type subhumide à variante froide.

Végétation

La composition floristique des pineraies laisse apparaître une diminution notable des espèces des *Quercetea ilicis* au profit de celles des *Ononido-Rosmarinitea.*

La présence de *Quercus pubescens* est à signaler sur presque tous les relevés de cette zone. *Buxus sempervirens* est bien représenté, *Genista scorpius, Amelanchier ovalis, Iuniperus communis.*

Caractères édaphiques

Les sols, en général, sont plus profonds et plus humides que ceux des zones précédentes. Notons aussi qu'on retrouve également des sols de la classe des sols peu évolués sur alluvions ou colluvions.

Dendrométrie

La hauteur moyenne à 75 ans varie entre 11,9 m à Sisteron et 23,6 m à Callian. Les hauteurs dominantes à 75 ans entre 13,1 m à Sisteron et 38,55 m à Les Pilles (Drôme). La production par hectare et par an à l'âge de 75 ans varie entre 1,6 à 9,8, la moyenne est de 5,2 m^3/ha/an.

La régénération

Par ailleurs, l'étude de la chute des graines et de la régénération montre que la période de Juillet-Septembre est la plus importante à ce niveau. La survie des jeunes semis est alors liée au recouvrement végétal, à la réceptivité du sol et aux autres conditions écologiques. En conséquence, le *pin d'Alep* apparaît avec une fréquence et une vitalité très inégales suivant les zones.

Nous avons mis l'accent sur l'importance des peuplements de *pin d'Alep* en France dont la superficie est passée de 36 000 ha en 1878 à 180 000 ha en 1983 et sur la nécessité urgente de la mise en valeur rationnelle de ces peuplements. L'aménagement et la sylviculture de ces peuplements devront tenir compte d'une part des facteurs écologiques locaux, d'autre part de leurs rapports avec les conditions socio-économiques.

Nous avons traité au détail l'auto-écologie du *pin d'Alep* en France, en particulier l'influence des facteurs climatiques, édaphiques, historiques et biotiques. Nous avons confirmé les résultats obtenus par d'autres chercheurs qui nous ont précédé dans ce domaine (NAHAL, 1962). Nous avons cependant trouvé des peuplements de *pin d'Alep* de bonne productivité dans les zones septentrionales froides où (m) varie entre 0°C et -2,5°C. Nous pensons que ces pinèdes très froides qui représenteraient la limite septentrionale de l'aire de ce pin, mériteraient une étude particulière par les écologues et les forestiers. En ce qui concerne l'influence du sol, cette étude a pu mettre en évidence que la profondeur du sol joue un rôle déterminant dans la production ligneuse. Cinq classes de sols ont été distinguées en fonction de la profondeur du sol et de leur production de bois.

L'approche quantitative a été suivie en vue d'essayer de relier la productivité aux caractéristiques dendrométriques des peuplements ainsi qu'à des éléments du milieu tout en les synthétisant au mieux. Cette étude a été faite sur 56 placettes d'études dont le choix et la localisation ont été dirigés par des critères écologiques (sols, bioclimats, séries de végétation).

La hauteur dominante moyenne des arbres des peuplements a été choisie comme indicateur de fertilité des stations et reflète leur productivité ligneuse.

L'intégration des différents facteurs a permis de distinguer pour l'ensemble des peuplements étudiés sur l'aire provençale du *pin d'Alep*, six classes de fertilité, caractérisées par une hauteur moyenne totale à 75 ans, et une production en bois-tiges depuis l'origine en m^3/ha/an qui varie entre plus de 6 m^3 pour exceptionnelle à moins de 1 m^3 pour la classe n° 5.

L'analyse factorielle des correspondances a mis en évidence les relations entre les différents groupements végétaux et les facteurs climatiques, édaphiques et dendrométriques. Elle a permis aussi de déterminer des types de stations écologiques auxquelles correspondent des types de peuplements à production ligneuse différente et pouvant recevoir une sylviculture appropriée.

Après une analyse phytosociologique classique, nous avons procédé à un traitement informatique (A.F.C.) en vue d'avoir une interprétation objective des données floristiques et de coupler ces dernières avec celles recueillies à l'occasion des analyses dendrométriques. Nous avons aussi essayé de hiérarchiser les facteurs écologiques majeurs en fonction de l'importance des éléments floristiques.

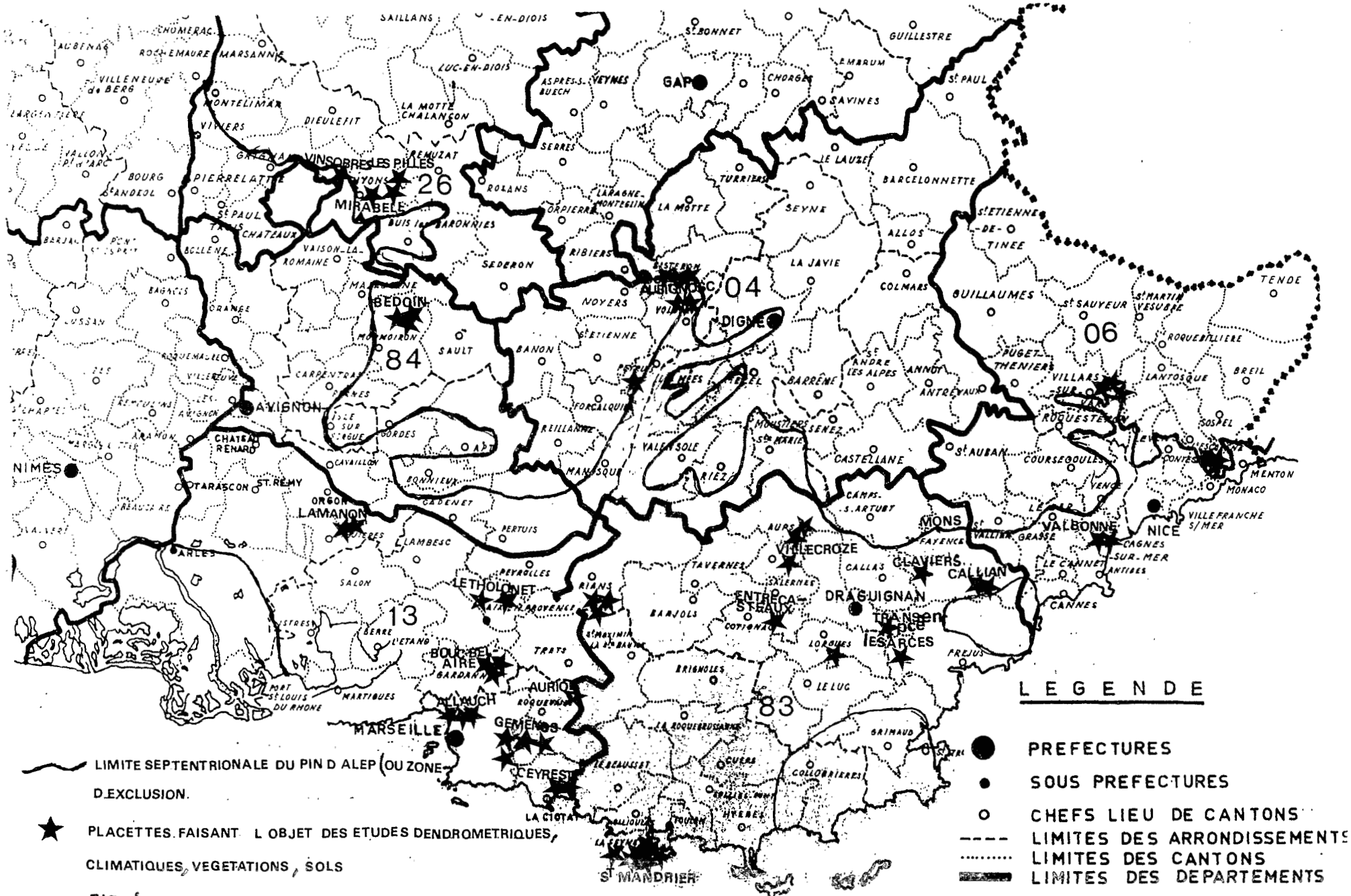


Fig N3

CIHEAM - Options Mediterraneennes

Fig. 17. Hauteur dominante Age.

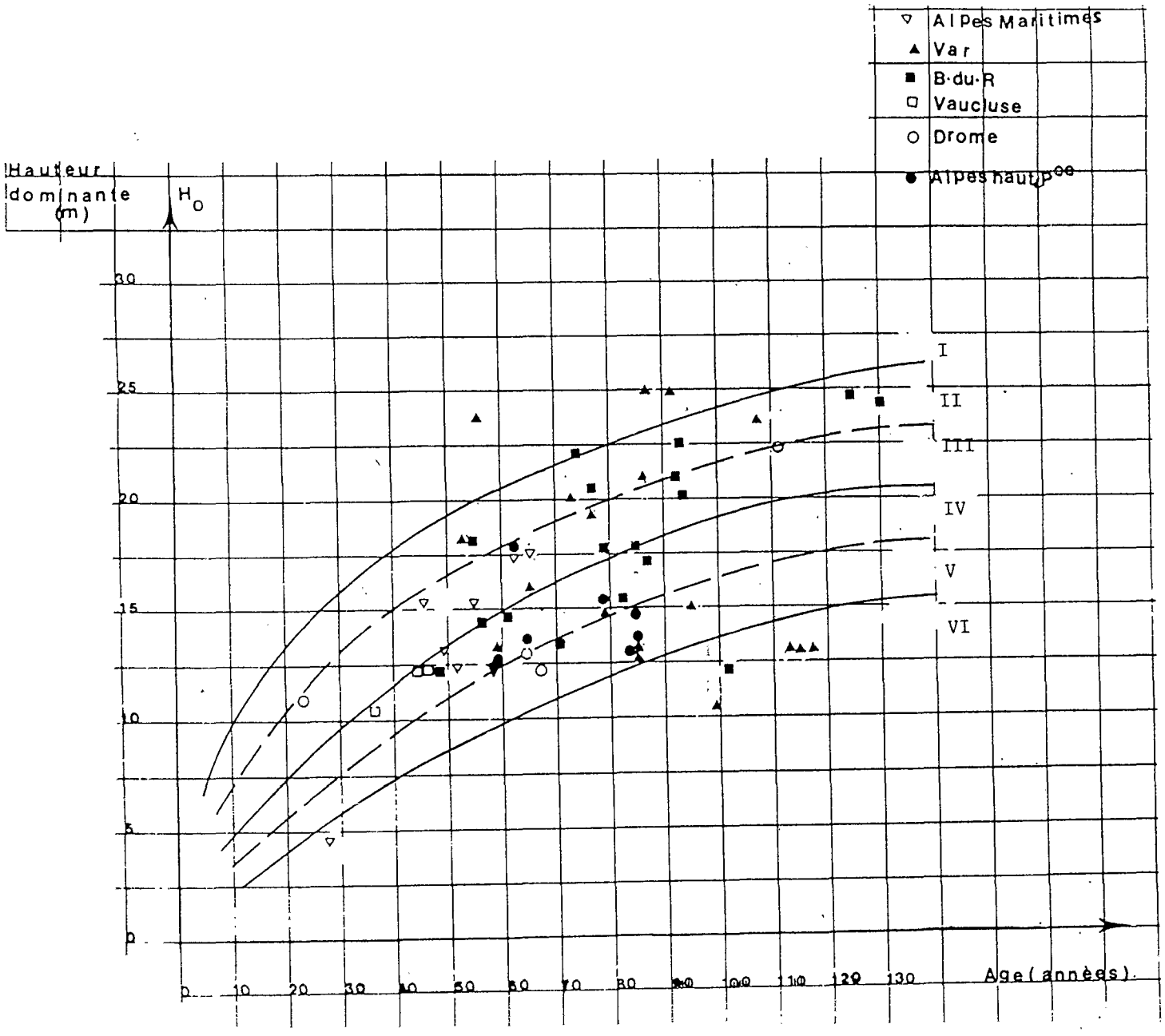
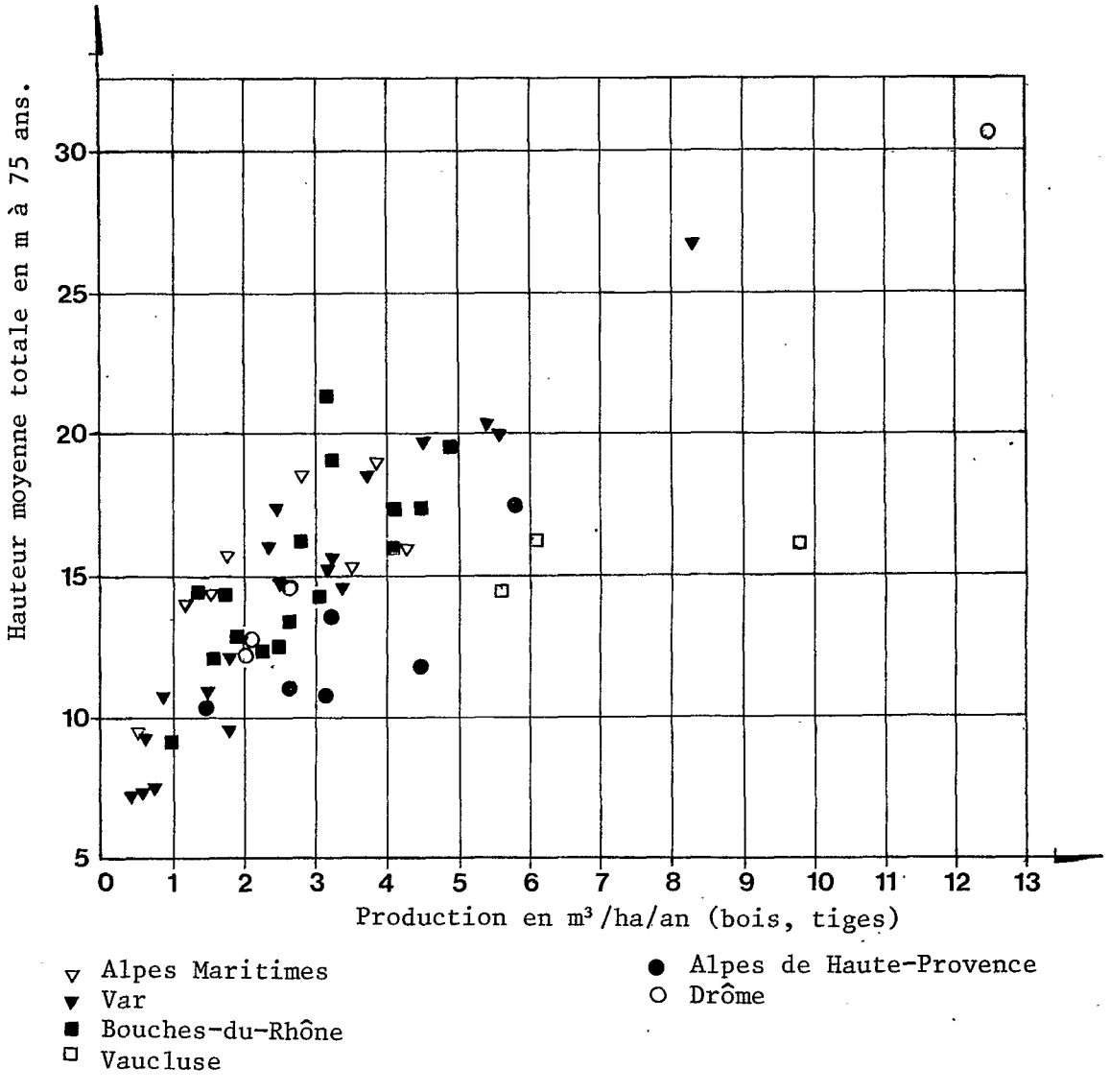


Fig. 19. Relation entre la production en bois tige du Pin d'Alep par héctare et par an à l'âge moyen de 75 ans et la hauteur totale moyenne atteinte



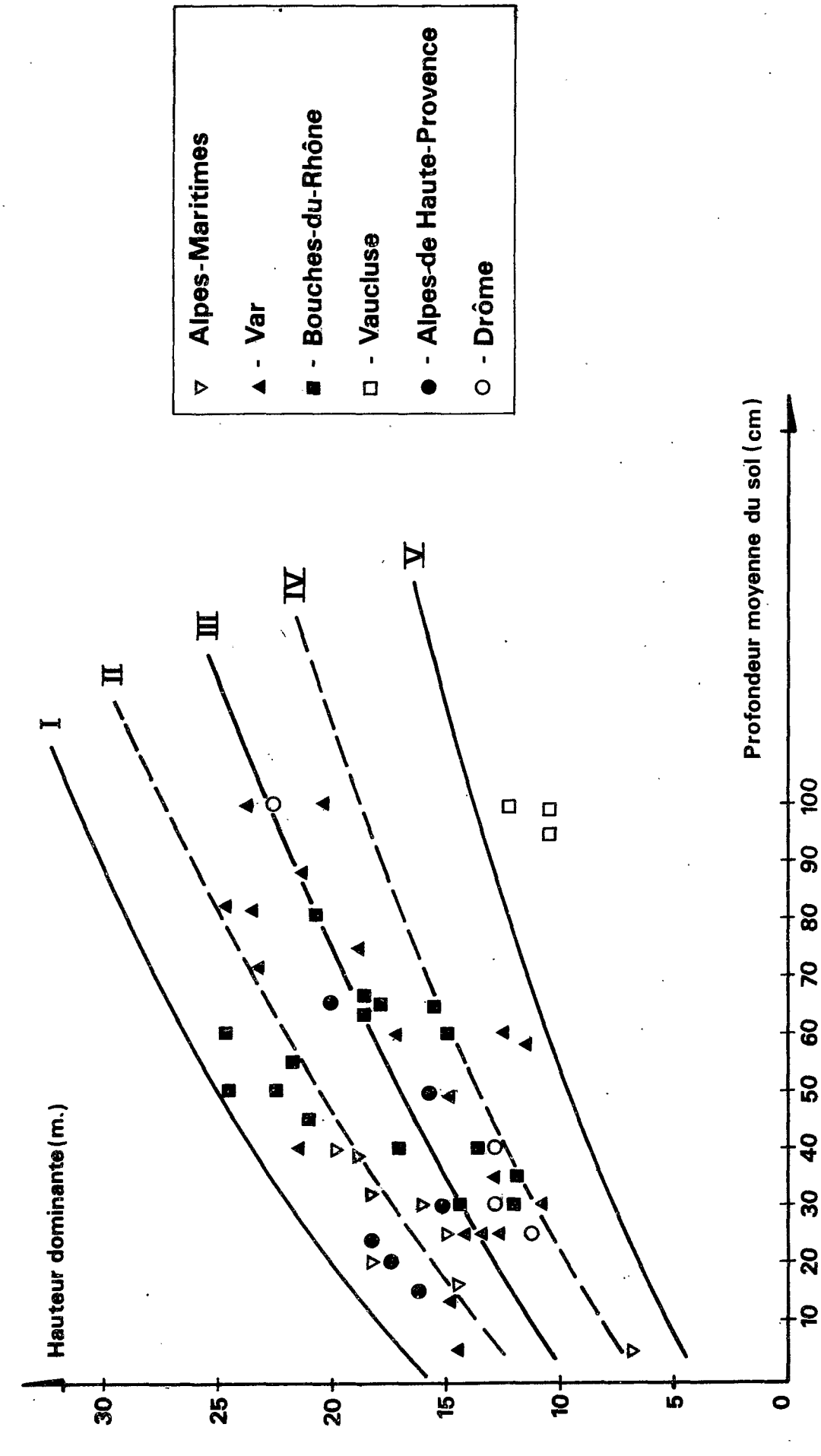


Fig.15. Relations entre la profondeur moyenne du sol et la hauteur dominante.

MOYENNES							
	13.26	26.22	69.59	19.15	0.37	0.38	4.94
STD. DEV.							
	4.48	10.08	25.43	4.04	0.04	0.44	2.05

Matrice corrélation - degrés liberté correspondants

HAUT	755						
	1.00						
DIAM	755	755					
	0.78	1.00					
AGE	755	755	755				
	0.51	0.62	1.00				
FH/D	755	755	755	755			
	0.22	-0.16	-0.09	1.00			
FORM	755	755	755	755	755		
	0.26	0.17	0.28	0.39	1.00		
VOLU	755	755	755	755	755	755	
	0.75	0.89	0.53	0.03	0.26	1.00	
FH	755	755	755	755	755	755	755
	0.87	0.85	0.54	0.34	0.35	0.86	1.00

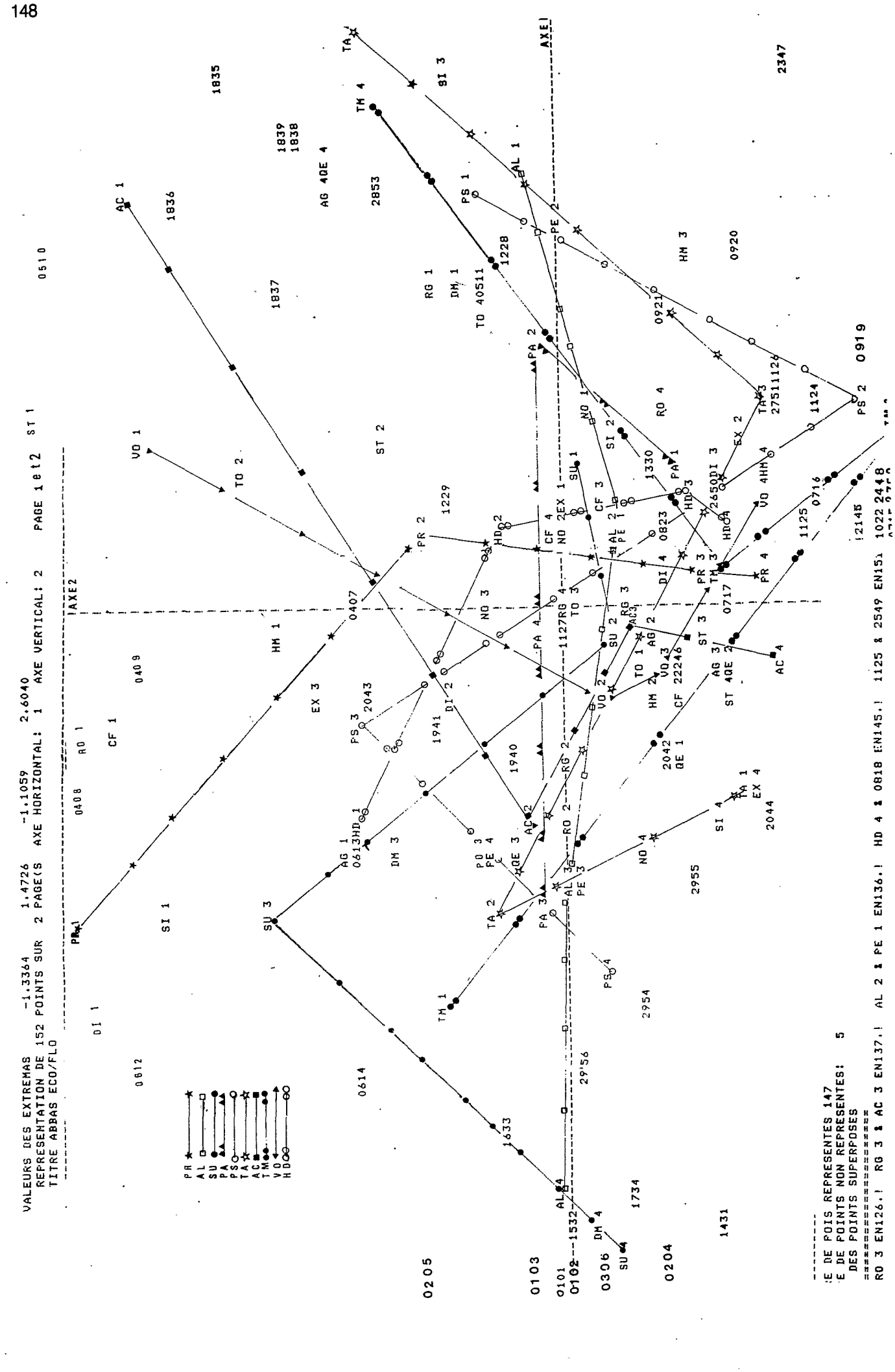
CODE = 0

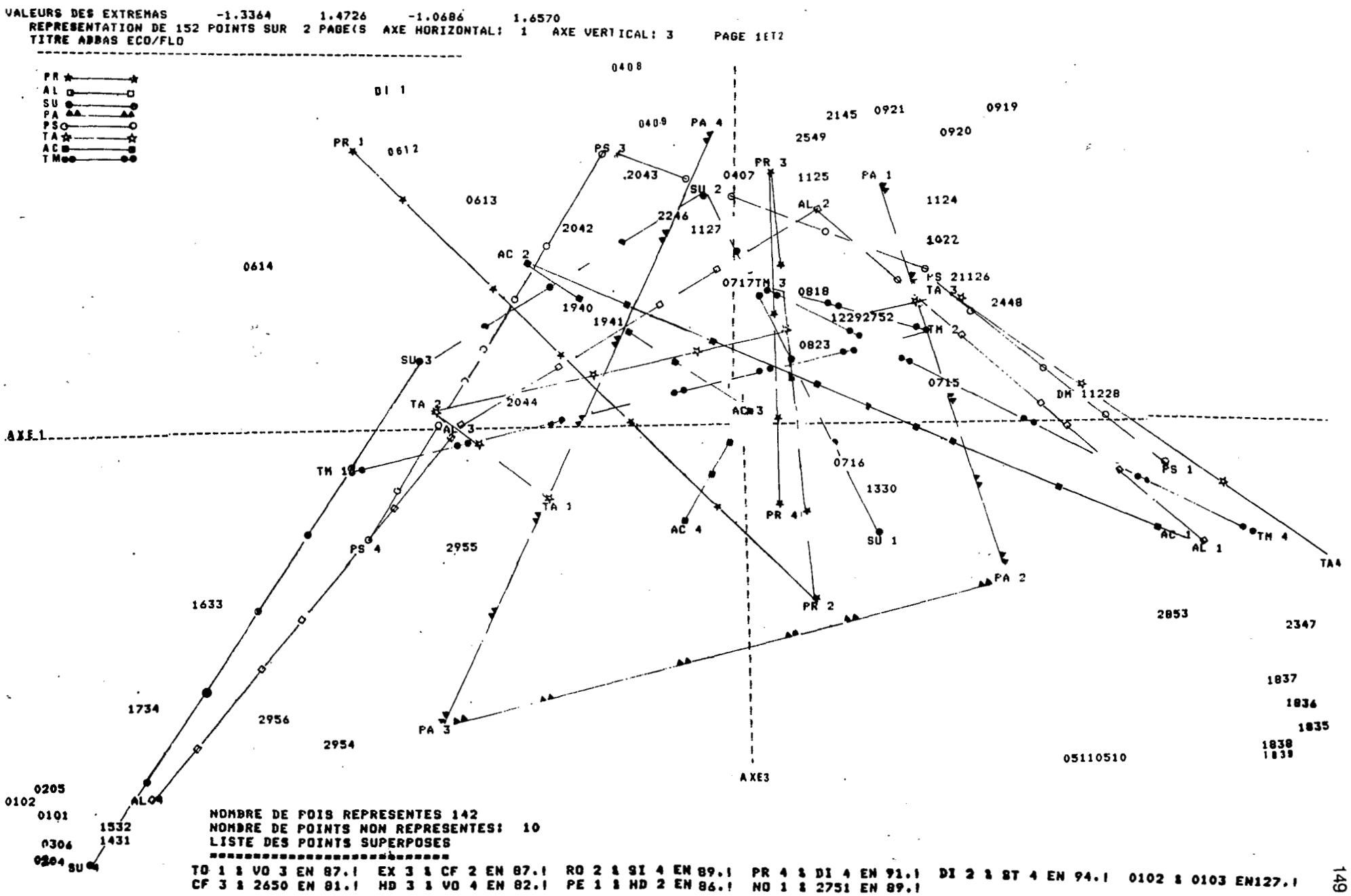
VALEURS PROPRES

	4.047	1.413	0.764	0.450	0.214	0.089	0.

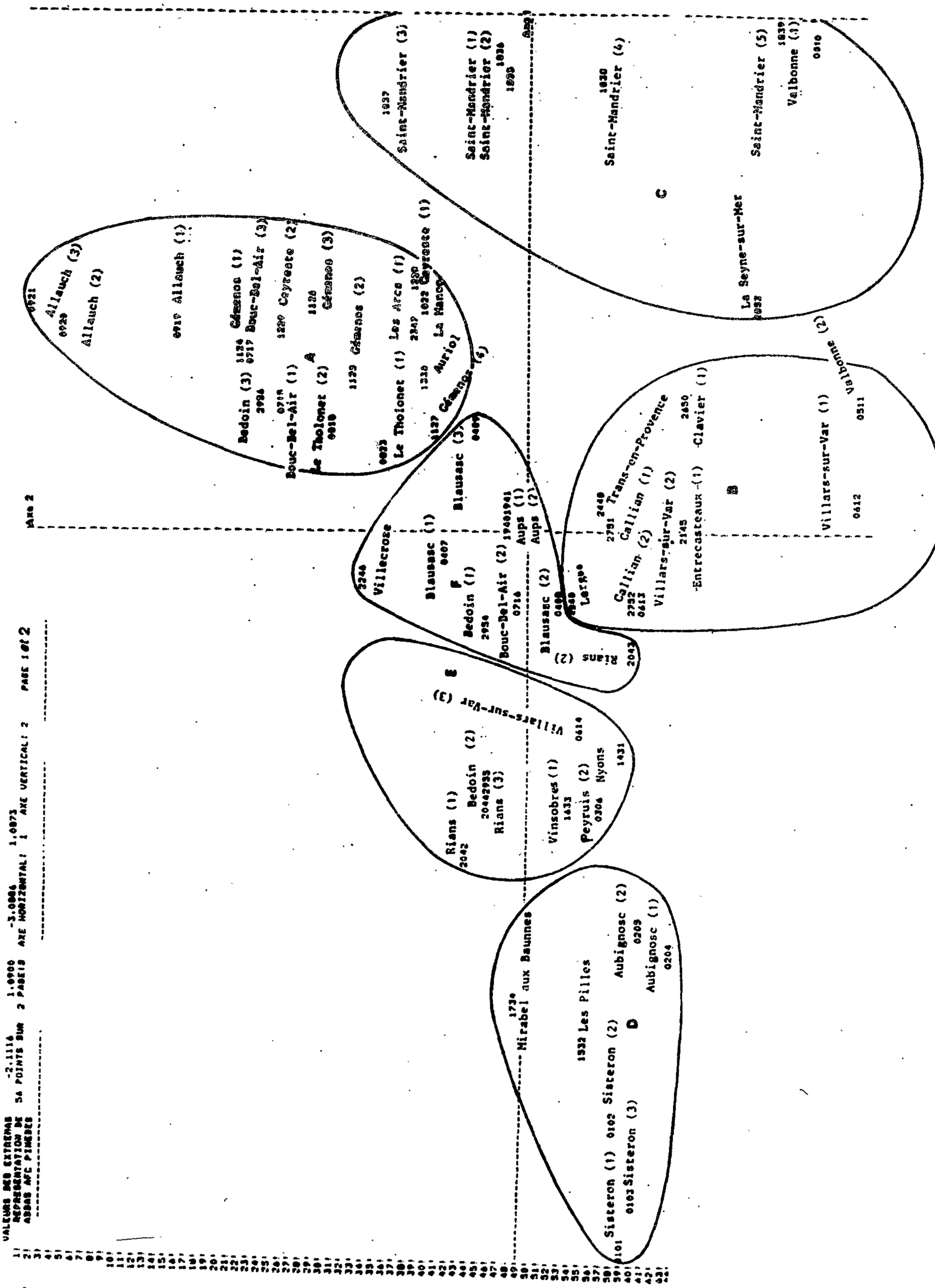
VECTEURS PROPRES NORMES

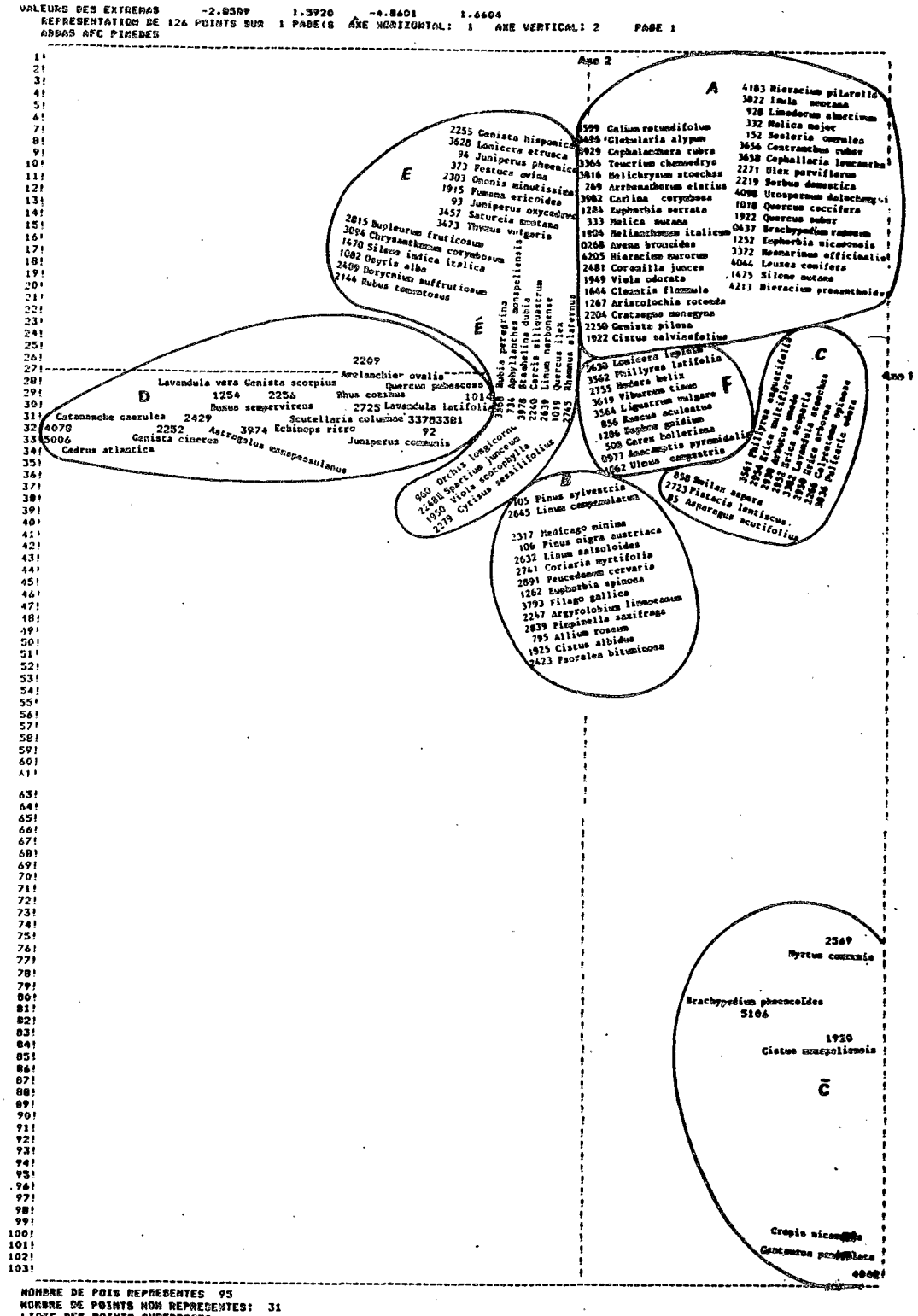
HAU	-0.444	0.037	0.261	0.109	-0.789	-0.307	-0.068
DIA	-0.454	-0.279	0.041	-0.195	0.068	0.549	-0.609
AGE	-0.345	-0.171	-0.564	0.714	0.130	-0.084	0.009
FH/	-0.081	0.760	0.328	0.361	0.259	0.023	-0.332
FOR	-0.198	0.536	-0.661	-0.461	-0.152	0.017	0.003
VOL	-0.454	-0.117	0.128	-0.313	0.502	-0.643	-0.023
FH	0.474	0.115	0.225	-0.004	0.118	0.428	0.717


VALEURS DES EXTREMAS -1.3364 1.4726 -1.1059 2.6040
REPRESENTATION DE 152 POINTS SUR 2 PAGE(S) AXE HORIZONTAL: 1 AXE VERTICAL: 2 PAGE 1 à 2
TITRE ABBAS ECO/FLO
AXE1
AXE2
PR AL SU PA PS TA AC TM VO HD
0205
0103
0306
0204
0101
0102
1532
0510
0919
0920
0921
1124
1125
1022
2448
2347
1835
1836
1837
1838
1839
1228
1229
2853
2954
2955
1734
1431
1633
2956
0407
0408
0409
0612
0613
0614
1940
1941
2042
2043
2044
1330
2650
2145
0716
0717
0823
22246
27511124
40511
1127
2549
EN151
EN145.!
EN136.!
EN137.!
EN126.!
0818
E DE POIS REPRESENTES 147
E DE POINTS NON REPRESENTES: 5
DES POINTS SUPERPOSES
RO 3 EN126.! RG 3 ♦ AC 3 EN137.! AL 2 ♦ PE 1 EN136.! HD 4 ♦ 0818 EN145.! 1125 & 2549 EN151 1022 2448



CIHEAM - Options Mediterraneennes


A
B
C
D
E
F
Allauch (1)
Allauch (2)
Allauch (3)
Bedoin (1)
Bedoin (2)
Bedoin (3)
Bouc-Bel-Air (1)
Bouc-Bel-Air (2)
Bouc-Bel-Air (3)
Le Tholonet (1)
Le Tholonet (2)
Les Arcs (1)
Cuges
Gémenos (1)
Gémenos (2)
Gémenos (3)
Auriol
La Manca
Saint-Mandrier (1)
Saint-Mandrier (2)
Saint-Mandrier (3)
Saint-Mandrier (4)
Saint-Mandrier (5)
Valbonne (1)
Valbonne (2)
La Seyne-sur-Mer
Villecroze
Blausasc (1)
Blausasc (2)
Blausasc (3)
Aups (1)
Aups (2)
Largue
Trans-en-Provence
Callian (1)
Callian (2)
Villars-sur-Var (1)
Villars-sur-Var (2)
Villars-sur-Var (3)
Entrecasteaux (1)
Clavier (1)
Rians (1)
Rians (2)
Rians (3)
Vinsobres (1)
Peyruis (2)
Nyons
Mirabel aux Baunnes
Les Pilles
Aubignosc (1)
Aubignosc (2)
Sisteron (1)
Sisteron (2)
Sisteron (3)



NOMBRE DE POIS REPRESENTES 95
NOMBRE DE POINTS NON REPRESENTES: 31
LISTE DES POINTS SUPERPOSES

152 & 332 EN 1.!	152 & 928 EN 1.!	152 & 3982 EN 1.!	152 & 4183 EN 1.!
2219 & 2033 EN 11.!	1904 & 269 EN 13.!	3372 & 3364 EN 21.!	3372 & 3816 EN 21.!
2303 & 1745 EN 24.!	929 & 1250 EN 25.!	929 & 2113 EN 25.!	3457 & 2249 EN 27.!
1019 & 2745 EN 28.!	1254 & 3380 EN 29.!	960 & 105 EN 30.!	2144 & 3563 EN 31.!
3564 & 977 EN 31.!	2279 & 1470 EN 33.!	2279 & 2815 EN 33.!	2279 & 1082 EN 33.!
4048 & 4162 EN103.!			

152 & 333 EN 1.!	3654 & 3822 EN 2.!
3486 & 1020 EN 21.!	3486 & 4213 EN 21.!
3619 & 3620 EN 27.!	3560 & 3564 EN 28.!
2248 & 2645 EN 31.!	3544 & 1662 EN 31.!
2279 & 1950 EN 33.!	2317 & 2423 EN 39.!

BIBLIOGRAPHIE

ABBAS, H., 1981 : *La forêt syrienne, présentation de la forêt et son milieu, problèmes existants, perspectives pour l'avenir.* Rapport final, E.N.G.R.E.F., Centre de Nancy, 44 p.

ABBAS, H., 1982 : *Contribution à l'étude de la régénération naturelle du Pin d'Alep (Pinus halepensis Mill) dans les pinèdes incendiées du département des Bouches-du-Rhône* (1973 à 1979). D.E.A. Ecologie méditerranéenne, Université d'Aix-Marseille III, Faculté de Saint-Jérôme, 518 p.

ABBAS, H., 1983 : *Les forêts de pin d'Alep (Pinus halepensis Mill) dans le SUD-EST méditerranéen français. Recherches écologiques. Production sylvicole et aménagement.* Thèse de Docteur-Ingénieur en écologie-Aménagement forestier. Université de droit, d'Economie et des Sciences d'Aix-Marseille III. Faculté des Sciences et Techniques de St-Jérôme, 122 p. + annexes 51 p.

ABBAS, H., BARBERO, M., LOISEL, R., 1984 : *Réflexions sur le dynamisme actuel de la régénération naturelle du pin d'Alep (Pinus halepensis Mill) dans les pinèdes incendiées en Provence calcaire* (de 1973-1979) Ecologia Mediterranea Tome X (Fascicule 3-4) 20 p.

ABI-SALEH, B., BARBERO, M., NAHAL, I., QUEZEL, P., 1976 : *Les séries forestières de végétation au Liban, essai d'interprétation schématique.* Bull. de la Soc. Bot. Fr., 123 : 541-560.

ACHERAR, M., 1981 : *La colonisation des friches par le Pin d'Alep (Pinus halepensis Mill) dans les basses garrigues du Montpellierais.* Thèse, doctorat 3ème cycle, Académie de Montpellier, U.S.T.L., 210 p.

AGOSTINI, R., 1964 : *Aspetti fitosociologici delle pinete di Pino d'Aleppo (Pinus halepensis Mill), Del gargana.* (Lettura tenuta nell'adunanza dell 15 aprile 1964). AXF 182, Pinus H., p. 173-200.

AKMAN, Y., BARBERO, M., QUEZEL, P., 1978 : *Contribution à l'étude de la végétation forestière d'Anatolie méditerranéenne.* Phytocolnologie 5 (1) : 1-79.

ARBAUD, A., 1957 : *Le Pin d'Alep et ses peuplements en terrains calcaires.* Voyage d'étude en France dans la région provençale. Ed. E.N.E.F., p. 157-167.

ARBONNIER, P., 1958 : *Une méthode graphique pour la détermination rapide du volume approché d'un peuplement.* R.F.F., décembre, B.P. 796.803.

ARTIGUES et LEPOUTRE, 1966-67 : *Recherches sur l'écologie comparée de quelques résineux du genre Pinus en forêt de la Mamora.* Ann. Rech. For. Maroc, tome 10, p. 23-113.

AZEBA, M. 1981 : *Contribution à l'étude du comportement et de la productivité de Pinus halepensis Mill., dans les reboisements du versant nord du haut atlas central (secteur oriental : Ai Tourir - Tbzi N'Tichka).* Mémoire de 3ème cycle agronomie. Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, 109 p. + annexes.

BARBERO, M., LOISEL, R., QUEZEL, P., 1974 a : *Phytosociologie et taxonomie en région méditerranéenne. La flore du Bassin méditerranéen.* Essai de systématique synthétique. C.N.R.S. Montpellier : 469-479.

BARBERO, M., LOISEL, R., QUEZEL, P., 1974 b : *Problèmes posés par l'interprétation phytosociologique des Quercetea ilicis et des Quercetea pubescentes. La flore du Bassin méditerranéen.* Essai de systématique synthétique. C.N.R.S. Montpellier : 481-497.

BARBERO, M., CHALABI, N., NAHAL, I., QUEZEL, P., 1976 : *Les formations à conifères méditerranéens en Syrie littorale.* Ecologia Mediterranea, n° 2 : 87-99.

BARBERO, M., QUEZEL, P., 1976 : *Les groupements forestiers de Grèce centro-méridionale.* Ecologia Mediterranea II, Marseille : 3-86.

BARBERO, M., 1981 : *Les fruticées de la zone bioclimatique méditerranéenne à chêne pubescent : structure, dynamique, zonage, utilisation et protection, biomasse.* Forêt méditerranéenne, tome III, n° 2 : 101-114.

BECKER, M., 1973 : *Ecophytosociologie et production ligneuse.* Ann. Sci. Forest., 30 (3) : 287-306.

BECKER, M., 1979 : *Une étude phyto-écologique sur les plateaux calcaires du Nord-Est.* (Massif de Haye, 5). Utilisation de l'analyse des correspondances dans la typologie des stations. Relations avec la productivité et la qualité du hêtre et du chêne. Ann. Sci. Forest. 36(2) 2 : 93-124.

BELLAFONTAINE, R., 1977 : *Contribution à l'étude des Pinus de la sectin halepensis (P. brutia, P.h., P.E.1d).* Ann. Rich. Forest. au Maroc, tome 17, p. 191-223.

BLUTEL, Y., 1960 : *Mesures de volume au relascope de Bitterlich.* R.F.F. décembre, p. 775-788.

BONIN, G., ROUX, M., 1978 : *Utilisation de l'analyse factorielle des correspondances dans l'étude phyto-écologique de quelques pelouses de l'Apennin lucano-calabrais.* Oecol. Plant., 13, (2) : 121-138.

BOUCHON, J., 1974 : *Les tarifs de cubage.* I.N.R.A., C.N.R.F., E.N.G.R.E.F., Nancy, 57 p. + annexes.

BOUCHON, J., TOTH, J., 1971 : *Etude préliminaire sur les pertes de production des pinèdes soumises aux attaques de la processionnaire du Pin Thaumetopoea pityocampa Schiff.* Ann. Sci. Forest. 28 (3), 323-340.

BOUDY, P., 1950 : *Economie forestière nord-africaine.* Tome 1 : Monographie et traitement du Pin d'Alep. p. 369-690.

BRAUN-BLANQUET, J., ROUSSINE, N., NEGRE, R., 1952 : *Les groupements végétaux de la France méditerranéenne..* C.N.R.S., Serv. Cart. Group. Vég. et Dir. Cart. Group. Vég. d'Afrique du Nord, 297 p.

BRENAC, L., SCHAEFFER, L., 1953 : *La méthode statistique et ses applications en matière forestière.* R.F.F., numéro spécial août 1953, p. 1-80.

BRESSON, J., 1914 : *Note sur l'exécution du reboisement du Pin d'Alep sur les collines de la Basse Provence.* Le Chêne n° 11, p. 707-712.

BRUNNER, F.,1979 : *L'indigénat du Pin d'Alep (Pinus halepensis Mill.) en Languedoc par l'étude des pollens des sédiments versilliens de la lagune de Palavas.* D.E.A., U.S.T.L., Montpellier, 30 p.

CAILLIZ, F., ALDER, D., 1980 : *Estimation des volumes et accroissement des peuplementss forestiers, avec référence particulière aux forêts tropicales.* Etude F.A.O., Forêts. Rome, 1980. Volume 1 : 99 p. : Estimation des volumes. Volume 2 : Etude et prévision de la production, 227 p.

CARLE, P., 1974 : *Santé des peuplements et équilibres biologiques dans les forêts après passage du feu.* R.F.F. "Les incendies de forêts", tome 1, p. 198-206.

CARMENTRAND de, R., 1940 : *Le Pin d'Alep dans la région méditerranéenne.* Revue des Eaux et Forêts : 223-237.

CHALABI, M.N., 1980 : *Analyse phytosociologique, phyto-écologique, dendrométrique et dentroclimatique des forêts de Quercus cerris subsp. pseudocerris, et contribution à l'étude taxonomique du genre Quercus L. en Syrie.* Thèse ès Sciences, Université Aix-Marseille III, 342 p., Cartes, figures, tableau et planches en annexe.

CHANTERAC, B. de, 1979 : *Effet du feu sur la diversité floristique et la phénologie de quelques espèces dans la pinède à Pin d'Alep et la garrigue à chêne Kermès.* D.E.A. Ecologie générale et appliquée (écologie terrestre). Univ. Sc. Tech. Languedoc, Montpellier, 35 p.

COTTE, C., COTTE, J., 1903 : *Note sur l'ancienneté du Pin d'Alep en France.* C.R. Soc. Biol. T.LV. p. 559-569.

DAGET, Ph., 1977 a : *Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, modes de caractérisation.* Vegetatio, vol. 34, 1 : 1-20.

DAGET, Ph., 1977 b : *Le bioclimat méditerranéen : analyse des formes climatiques par le système d'EMBERGER.* Vegetatio, vol. 34, 2 : 87-103.

DANNAOUI, S., 1981 : *Production de litière et restitution au sol d'éléments biogènes dans des peuplements méditerranéens de Pinus Pinea L. et Pinus brutia ten.* Ecologie Méditerranéenne, n° 7, fascicule 2, p. 13-24.

DEBAZAC, F., TOMSSONE, R., 1965 : *Contribution à l'étude comparée des pins méditerranéens de la section halepensis.* Ann. Sc. forestières, Nancy, XXII, Fasc. 2, p. 213-256.

DECOURT, N., 1972 : *Méthode utilisée pour la construction rapide de tables de production provisoires en France.* Ann. Sci. Forest., 1972, 29 (1), 35-48.

DEVAUX, J.D., LEBOURGHIS, M., 1974 : *Effet phytotoxique de poussières sur une carrière de calcaire. Etude de la partie de production ligneuse d'une population de Pinus halepensis.* Revue de Biologie et Ecologie Méditerranéenne, tome 1, n° 2, 1974, p. 41-52.

DEVAUX, J.D. LEBOURHIS, M., 1978 : *La limite septentrionale du Pin d'Alep en France. Etude dendroclimatologique de l'impact de froids exceptionnels.* Tome V, n° 4, p. 133-158 de la Revue de Biologie et Ecologie Méditerranéenne. Ann. de l'Université de Provence.

DUCHAUFOUR, Ph., PARDE, J., JACAMON, M., DEBAZAC, E., 1958 : *Un exemple d'utilisation pratique de la cartographie des stations : la forêt du Ban d'Etival (Vosges).* R.F.F., octobre, n° 10, p. 597-630.

DUGELAY, A., 1956 : *Le problème forestier de la région méditerranéenne française.* F.A.O./ S.C.M./ 56 - E, p. 226-249.

ELAOUNI, M., 1980 : *Processus déterminant la production du Pin d'Alep (Pinus halepensis Mill.) : photosynthèse, croissance et répartition des assimilés.* Thèse d'Etat, Univ. Paris VII, 164 p. + annexes.

ELHAMROUNI, A., SARSON, M., 1975 : *Relation entre couvert végétal et régénération naturelle du Pinus halepensis.* I.N.R.F., Tunis, p. 10-11.

EMBERGER, L., 1930 : *La végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux.* Rev. Gén. Bot., t.92, p. 641-661 et 705-721.

EMBERGER, L., 1943 : *Les limites de l'aire de végétation méditerranéenne en France.* Bull. So. His. Nat., Toulouse, p. 159-180.

EMBERGER, L., 1955 : *Une classification biogéographique des climats.* Recueil Trav. Lab. Bot. Géol. Zool. Fac. Sci. Montpellier, 7 : 3-43.

EMBERGER, L., BAUDIERE, A., 1959 : *Sur la notion de climat de transition dans le domaine du climat méditerranéen.* Bull. Serv. Cart. Phytog., série B, t. IV : 35-117.

FRANCELET, A., 1970 : *Stimulation de l'ouverture des cônes de Pins.* I.N.R.F., Tunis, note technique n° 13.

FRANZ, F., FORSTER, H., 1979 : *Tables de production de Pin d'Alep pour les Aures.* Algérie, 114 p.

GARBAYE, J., LEROY, Ph., LE TACON, F., LEVY, G., 1970 : *Réflexions sur une méthode d'études des relations entre facteurs écologiques et caractéristiques des peuplements.* Ann. Sci. Forest., 1970, 27 (3), 303-321.

HADRI, H., TSCHINKEL, H., 1975 : *La régénération de Pinus halepensis après coupe rase et sous-peuplement.* I.N.R.F., Tunis, p. 12-14.

HADRI, H., TSCHINKEL, H., 1976 : *Semis direct de Pin d'Alep en Tunisie.* Ann. I.N.R.F., Tunis, 6 (1), p. 5-49.

HUNZIKER, Th., 1955 : *Observation sur rajeunissement naturel du Pin d'Alep dans la région de Fontfroide, au nord de Montpellier.* Schveiz, Forst., 106, p. 59-64.

KADIK, B., 1983 : *Contribution à l'étude de Pin d'Alep (Pinus halepensis Mill.) en Algérie : écologie, dendrométrie, morphologie.* Thèse ès-Sciences, Fac. St-Jérôme, Marseille, 313 p. + tableaux et figures.

KARSCHON, R., 1973 : *Natural regeneration after fire of Alep Pine.* Forestry Division, Agricultural Research Organisation, Ilanot p. 36-38.

LALLEMAND, P., 1974 : *Incidence économique des incendies.* R.F.F., tome I, p. 212-214.

LAMOTTE, M., 1967 : *Initiation aux méthodes statistiques en biologie.* Masson, Paris, 144 p.

LANGLEY, R., 1975 : *La densité du peuplement et le traitement du sous-bois ont-ils une influence sur la régénération de Pin d'Alep.* I.N.R.F., Tunis, p. 16-19.

LAPIE, G., 1928 : *La sylviculture française dans la région méditerranéenne, la forêt de Pin d'Alep.* Ann. de l'E.N.E.F., tome fasc. 1, p. 90-95.

LAURENT, L., 1909 : *Répartition du Pin d'Alep et du Pin Sylvestre.* Bull. de la Société d'Horticulture et de Botanique des B. D. Rh., p. 1-11.

LOISEL, R., 1966 : *Germination du Pin d'Alep au niveau de certaines associations végétales de basse-Provence.* Bull. Soc. Bot. Fr., 113, p. 324-330.

LOISEL, R., 1967 : *Contribution à l'étude biologique des Pins de Basse-Provence.* Thèse de spécialité, Fac. Sci. Marseille, St-Jérôme, 118 p.

LOISEL, R., 1971 : *Séries de végétation propres en Provence, aux massifs des Maures et de l'Estérel (ripisilves exclues).* Bull. Soc. Bot. Fr., 118, p. 203-236.

LOISEL, R., 1976 a : *La végétation de l'étage méditerranéen dans le sud-est continental français.*Thèse Doc. ès-Sci., Université d'Aix-Marseille III, 384 p. + annexes.

LOISEL, R., 1976 b : *Place et rôle des espèces du genre Pinus dans la végétation du sud-est méditerranéen français.* Ecologia Mediterranea, n° 2, p. 131-152.

MALCUIT, G., DELEUIL, G., 1957 : *A propos de nouvelles localités de Pin d'Alep en Corse.* Bull. S.B.F., vol. 1, p. 527-529.

MIGLIORETTI, F., 1983 : *Phytoécologie des peuplements à Quercus ilex et Quercus pubescens Willd en Gardiole de Rians (Var).* Approche méthodologique pour évaluer la phytomasse des taillis de chêne vert.

M'HIRIT, O., 1982 : *Etude écologique et forestière des cédraies du Rif marocain. Essai sur une approche multidimensionnelle de la phytoécologie et de la productivité du cèdre (Cedrus atlantica Manetti).* Thèse, S.C.I. Aix-Marseille, 2 vol., 436 p.

MOLINIER, R., 1954 : *Les climax côtiers de la Méditerranée occidentale.* Lab. Biol. Vég. Fac des Sciences, Marseille, vol. IV, fasc. 5, p. 284-308.

MOLINIER R., MOLINIER, R., 1971 : *La Forêt méditerranéenne en Basse-Provence.* Bull. Mas. Hist. Nat., XXX, Marseille, 76 p.

MORANDINI, R., 1976 : *Les problèmes de conservation, de gestion, de reconstitution des forêts méditerranéennes : priorités pour la recherche.* UNESCO, Forêt et Maquis Méditerranéens : écologie, conservation et aménagement (Note technique du MAB n° 2), p. 77-84.

NAHAL, I., 1960 : *La végétation forestière naturelle dans le nord-ouest de la Syrie.* R.F.F. n° 2, p. 99-101.

NAHAL, I., 1962 a : *Le Pin d'Alep (Pinus halepensis Mill.) : étude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole.* Ann. E.N.E.F., Nancy, 1964, p. 485-685.

NAHAL, I., 1962 b : *Contribution à l'étude de la végétation dans le Baer-bassit et le Djebel Alaouite de Syrie.* Webbia XVI, 2, p. 477-647.

NAHAL, I., 1974 : *Réflexions et recherches sur la notion-climax de la végétation sous le climat méditerranéen oriental.* Biologie et Ecologie Méditerranéenne, vol. 1, p. 1-10, tabl. bibl.

NAHAL, I., 1975 : *Principes de conservation du sol.* Paris, Masson, 144 p. Phot., bibl (géographie applicable).

NAHAL, I., 1976 : *La variabilité des caractéristiques biologiques des climats méditerranéens arides.* Acta Ecologica Iranica, vol. 1 : 35-48.

NAHAL, I., 1977 : *Le Pin brutia (Pinus brutia Ten., subsp. brutia) et les facteurs climatiques.* Research Journal of Aleppo University, n° 2 19-21.

OLIVIER L., 1975 : *Première contribution à l'étude de l'intervention des variations de la végétation et de certains facteurs éco-*

logiques dans les incendies de forêts en Basse-Provence. Thèse 3ème cycle (biologie végétale), Fac. Sc. Tech. St-Jérôme, Marseille, 257 p. + ann.

OZENDA, P., 1966 : *Perspectives nouvelles pour l'étude phytogéographique des Alpes du Sud.* Coc. Cart. Végét. Alpes, IV : 1-198.

PABOT, H., 1954 : *La végétation naturelle de la Syrie. Aperçu floristique et écologique,* p. 80-89. S.L. A.A. C.C.S. de l'UNESCO pour le Moyen-Orient, Colloque sur la protection et la conservation de la nature dans le Proche-Orient, S.L., UNESCO, 176 p.

PARDE, J., 1957 : *La productivité des forêts de Pin d'Alep en France.* Ann. E.N.E.F., 15 (2), p. 369-414.

PARDE, J., 1961 : *La dendrométrie.* Ed. de l'E.N.E.E., Nancy, 350 p.

PARDE, J., 1974 : *Le microclimat en forêt* in P. PESSON, Ecologie forestière, Gauthier-Villars, Paris, 135-153.

PAVARI, A., 1956 : *Quelques observations sur le traitement et l'aménagement des forêts méditerranéennes.* Document F.A.O. / SCM / 56D : p. 223-225.

PLAISANCE, G., 1978 : *Le Pin d'Alep.* La forêt privée française et Revue Forestière européenne, p. 63-68.

PLANCHON, L., 1911 : *Exploitation de la résine de Pin d'Alep dans le département de l'Hérault.* Inst. Bot. Montpellier, 12 p.

PLANCHON, L., 1912 a : *Le Pin d'Alep.* Revue Hort. Bouches-du-Rhône, 147.

PLANCHON, L., 1914 : *Plaidoyer pour le Pin d'Alep et le repeuplement des garrigues.* Inst. Bot. Montpellier, 39 p.

PONS, A., 1953 : *Le repeuplement végétal (sur les anciennes cultures de la région du Grand Lubéron - Vaucluse).* Recueil Trav. Lab. Bot. Géogr. et Zool. Montpellier, série Bot., fasc. 6 : 135-147.

POUPON, H., 1970 : *Sur la croissance de quelques espèces de Pin dans ses rapports avec le climat du Nord de la Tunisie.* Thèse 3ème cycle, Fac. Sci. Orsag, 129 p.

QUEZEL, P., 1973 : *Contribution à l'étude phytosociologique et bioclimatique de quelques groupements forestiers du Taurus.* Fedds Rép., 84, 3 : 154-229.

QUEZEL, P., 1976 : *Les forêts du pourtour méditerranéen, forêt et maquis méditerranéens : écologie, conservation et aménagement.* Note technique de MAB n° 2, p. 9-33.

QUEZEL, P., BARBERO, M., AKMAN, Y., 1978 : *L'interprétation phytosociologique des groupements forestiers dans le Bassin méditerranéen oriental.* Documents phytosociologiques, N.S. vol. II, Lille : 329-352.

QUEZEL, P., 1979 : *La région méditerranéenne française et ses essences forestières.* Signification écologique dans le contexte circum-méditerranéen. Forêt Médit. tome 1, n° 1, p. 7-18.

QUEZEL, P., 1980 : *Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen.* Presson, Act. Ecol. Forest. Gauthier-Villard, Paris, p. 201-255.

RAPP, M., 1957 : *Production de litière et apport au sol de minéraux et d'azote dans un bois de Pin d'Alep (Pinus halepensis Mill.).* Oecol. Plant. 2 (4), 325-338.

RAPP, M., 1974 : *Le cycle biogéochimique dans un bois de Pin d'Alep.* Imp. Presson, Ecologie forestière, Gauthier Villars, Paris, 75-97.

RONDEUX, J., 1977 : *Estimation de la productivité forestière : principes et méthodes.* Faculté des Sci. Agrono. Chaire de sylviculture, 5800 Gembloux (Belgique). Ann. de Gembloux, 83 : p. 5-17.

SENNI, M., 1931 : *Le Pin d'Alep en Italie.* Congrès international du bois et de la sylviculture, Paris, 1931, p. 271-276.

SERRE, F., 1973 : *Contribution à l'étude dendroclimatologique du Pin d'Alep (Pinus halepensis Mill.).* Thèse d'Etat, Marseille, 244 p. + annexes.

SERRE, F., LUCK, A.B., PONS, A., 1976 : *Premières recherches sur les relations entre les variations des anneaux ligneux chez le Pinus halepensis Mill. et les variations annuelles du climat.* Rev. Oecol. Plant., 1, p. 117-136.

SERRE-BRACHET, T.F., 1982 : *Analyse dendroclimatologique comparée de quatre espèces de Pins et du chêne pubescent dans la région de La Gardiole près de Rians* (Var). Ecologia Mediterranea, p. 167-183.

SOULERES, G., 1975 : *Classes de fertilité et production des forêts tunisiennes de Pin d'Alep.* Revue For. Fr., tome XXVIII, p. 41-49.

SOULERES, G., 1969 : *Le Pin d'Alep en Tunisie.* Annales de l'Inst. Nat. de Recherches Forestières de Tunisie, vol. 2, fasc. 1, 126 p.

TOTH, J., 1973 :*Première approche de la production potentielle du cèdre de l'Atlas dans le sud de la France.* R.F.F. XXV, 5, 1973, p. 351-389.

TOMASELLI, R., 1976 : *La dégradation du maquis méditerranéen.* Forêts et maquis méditerranéens : écologie, conservation et aménagement (Note technique du MAB n° 2), p. 35-78.

TRABAUD, L., 1980 b : *Impact biologique et écologique des feux de végétation sur l'organisation, la structure et l'évolution de la végétation des zones de garrigues du Bas-Languedoc.* Thèse d'Etat, U.S.T.L., Montpellier, 174 p.

TSCHINKEL, H., 1976 : *Effets de l'élimination de la végétation concurrente sur l'humidité du sol et sur la réussite des reboisements avec Pinus halepensis.* I.N.R.F., Tunis, Note de Rech., n° 11, p. 2-15.

VERNET, J.L., 1974 : *Les données historiques et l'étude de la flore méditerranéenne.* Coll. Int. C.N.R.S. n° 235, p. 305-326.

VERNET, J.L., 1979 : *Le milieu végétal à la fin du Wurm, de 15000 à 8000 B.C. d'après les charbons de bois.* Coll. Int. C.N.R.S., n° 271 : 55-59.