

Installation et développement du semis naturel « pin noir d'Autriche, pin sylvestre et cèdre de l'Atlas » après incendie sur le Mont-Ventoux (Vaucluse).

par Jean TOTH *

Introduction

Les incendies de forêt sont plutôt rares sur le Mont-Ventoux et quand ils se produisent ils ont surtout lieu en basse altitude, dans la zone du chêne vert — pin d'Alep, milieu écologique très sensible aux feux. La zone étudiée appartient à l'étage du chêne pubescent, occupée depuis environ cent ans par trois essences résineuses : cèdre de l'Atlas, pin noir d'Autriche et pin sylvestre. Les deux premières sont naturalisées, la dernière est autochtone (Toth J., 1970-72).

Un incendie se déclara en juillet 1973, maîtrisé très rapidement, il a tout de même détruit environ 1 hectare de vieille futaie résineuse, composée des essences citées ci-dessus.

Notre étude porte sur l'installation de la régénération naturelle dans cette partie de la forêt et met en évidence et en comparaison l'accroissement annuel en hauteur des deux essences principales, pin noir et cèdre, d'après les conditions climatiques, et la pluviométrie surtout. La faible présence du pin sylvestre n'a pas permis de l'inclure dans l'étude proprement dite, nous nous contenterons donc de l'évoquer.

Situation de la station étudiée

La station dans laquelle se trouve le carré incendié est à 850 m d'altitude; du point de vue aménagement forestier il fait partie de la parcelle n° 20 de la série du cèdre, dans la forêt communale de Bédoin (Vaucluse), sur le Mont-Ventoux.

Son exposition Sud présente une faible tendance Sud-Est. Bien que le relief de la série soit assez perturbé, le carré étudié n'a que très peu de dénivellation, formant ainsi un plateau légèrement incliné vers le Sud-Est. La roche-mère est calcaire Urgonien dur mais suffisamment fissurée pour la pénétration des racines jusqu'à environ 80 cm de profondeur.

* Ingénieur de Recherches
Station de sylviculture méditerranéenne
I.N.R.A. Centre de recherches d'Avignon
Avenue A. Vivaldi
84000 Avignon

Modification du sol due à l'incendie

Après le passage d'un feu il se produit très souvent une abondance de régénération naturelle surtout en ce qui concerne le cèdre et quelquefois les pins. Cherchant à expliquer les causes et les effets, nous pouvons évoquer de prime abord deux éléments positifs :

— l'élimination par le feu de la végétation herbacée et des végétations ligneuses basses retarde l'effet concurrentiel, et le semis peut se développer plus librement.

— la cendre très riche en éléments nutritifs et recouvrant le sol après l'incendie, favorise la croissance initiale des plantules.

Les deux points cités ci-dessus ont été parfaitement remplis dans le carré étudié. En effet il y eut une disparition totale de la végétation et une assez bonne amélioration des composants chimiques. L'analyse du sol effectuée quatre ans après l'incendie donne encore une bonne image de l'amélioration alors que beaucoup d'éléments chimiques ont déjà été absorbés et surtout lessivés. Le tableau 1 donne le résultat de cette analyse dans deux stations contiguës. Nous constatons que dans la station n° 1 incendiée le pH est nettement amélioré dans l'horizon A₀ (effet stationnel), où se déroule la germination des graines.

Les éléments minéraux absorbables, azote, acide phosphorique et potasse ont augmenté dans les trois horizons A₀, A₁, et B₁ jusqu'à 20 cm de profondeur où s'installe tout au début le système racinaire du semis naturel.

Quant au carbone organique et matières organiques leurs quantités ont diminué depuis quatre ans en raison de la forte consommation des jeunes plants.

Sylviculture et exploitation

Le traitement sylvicole de la série du cèdre est celui de la futaie jardinée avec une certaine tendance vers le parquet. Ainsi nous trouvons des surfaces plus ou moins importantes de futaies régulières soit de cèdre soit de pin noir ou les deux mélangés. La structure du peuplement ainsi créée a pu favoriser l'incendie. En effet la propagation du feu s'est faite

Tableau I. Comparaison du résultat de l'analyse du sol sur station incendiée et station intacte avoisinante.

| Composants chimiques | Station n° 1 incendiée Profondeur du sol en cm | | | | | Station n° 2 non incendiée Profondeur du sol en cm | | | | |
|---------------------------------|---|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|---|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 0 - 2 A ₀ | 3 - 4 A ₁ | 5-20 B ₁ | 21-40 B ₂ | 41-70 B ₃ | 0 - 2 A ₀ | 3 - 4 A ₁ | 5-20 B ₁ | 21-40 B ₂ | 41-70 B ₃ |
| pH | 7,2 | 7,5 | 7,7 | 8,0 | 8,1 | 5,9 | 7,4 | 7,9 | 8,0 | 8,3 |
| Carbone organique P 1000 | 208,0 | 133,1 | 32,9 | 20,7 | 13,2 | 324,1 | 118,9 | 31,5 | 23,1 | 4,7 |
| Matières organiques % | 357,8 | 228,9 | 56,6 | 35,7 | 22,7 | 557,5 | 204,5 | 54,2 | 39,7 | 8,0 |
| Azote % | 8,38 | 6,99 | 2,01 | 1,94 | 1,17 | 7,23 | 4,35 | 1,87 | 1,83 | 0,33 |
| Rapport C/N | 24,82 | 19,04 | 16,37 | 10,69 | 11,29 | 44,80 | 27,33 | 16,84 | 12,62 | 14,18 |
| Calcaire totale P 1000 | 3 | 29 | 47 | 159 | 630 | 6 | 46 | 67 | 102 | 858 |
| Acide phosphorique P 1000 | 0,21 | 0,12 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,07 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,01 |
| Magnésium échangeable P 1000 | 0,357 | 0,361 | 0,175 | 0,109 | 0,050 | 0,326 | 0,218 | 0,117 | 0,089 | 0,026 |
| Potasse échangeable P 1000 | 0,60 | 0,60 | 0,23 | 0,10 | 0,04 | 0,39 | 0,36 | 0,22 | 0,17 | 0,01 |

par escalier, commençant dans la végétation basse pour remonter dans la cime. Ainsi la majeure partie de la cime des arbres fut brûlée par les flammes en juillet 1973.

L'exploitation de l'hiver 1973-74 a enlevé la totalité des arbres du carré incendié sur un hectare environ. Les arbres ayant gardé des aiguilles vertes sur quelques branches ou dans la partie haute de la cime n'ont pas échappé à la coupe.

L'exploitation des arbres s'est prolongée tardivement et ne s'est réellement terminée que courant juin 1974. Les branchages et les tiges de faibles dimensions n'atteignant pas la découpe de bûcheron, soit 10 cm de diamètre, ont été rassemblés en tas, dispersés sur l'ensemble du carré. Ces tas de végétaux ligneux en cours de décomposition restent encore rémanents depuis 11 ans.

Tableau II. Données de pluviométrie de 1974 à 1983. Station du Manvalle, Mont-Ventoux. Valeurs en mm.

| Mois | Années | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 |
|-----------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Janvier | | 101 | 48 | 16 | 76 | 106 | 132 | 65 | 31 | 59 | 3 |
| Février | | 170 | 119 | 31 | 117 | 83 | 101 | 0 | 22 | 27 | 0 |
| Mars | | 103 | 127 | 82 | 116 | 138 | 116 | 120 | 72 | 65 | 66 |
| Avril | | 102 | 76 | 73 | 72 | 151 | 47 | 49 | 56 | 33 | 71 |
| Mai | | 71 | 116 | 46 | 188 | 161 | 42 | 134 | 141 | 42 | 129 |
| Juin | | 77 | 101 | 6 | 162 | 59 | 88 | 58 | 53 | 122 | 60 |
| Juillet | | 31 | 27 | 84 | 156 | 51 | 29 | 30 | 51 | 64 | 0 |
| Août | | 51 | 121 | 39 | 122 | 48 | 52 | 38 | 1 | 65 | 105 |
| Septembre | | 267 | 186 | 114 | 10 | 19 | 25 | 104 | 67 | 100 | 19 |
| Octobre | | 51 | 16 | 233 | 190 | 8 | 320 | 128 | 77 | 112 | 98 |
| Novembre | | 92 | 109 | 142 | 45 | 2 | 29 | 82 | 6 | 0 | 18 |
| Décembre | | 21 | 135 | 70 | 105 | 76 | 120 | 14 | 164 | 88 | 76 |
| Année | | 1137 | 1181 | 936 | 1359 | 902 | 1101 | 822 | 741 | 777 | 645 |

Moyenne/10 ans = 960 mm.



Photo n° 1. Tache de semis naturels du cèdre de l'Atlas avec quelques pins noirs d'Autriche, âgés de 1 an fin 1974 sur le Mont-Ventoux.
Le sol est jonché de fragments de bois (branches, brindilles) plus ou moins carbonisés et de pierres calcaires blanches.

Installation du semis naturel

La faible superficie du carré détruite par l'incendie de juillet 1973, et entourée de semenciers sains et fructifères (85 % de pin Noir, 14 % de cèdre et 1 % de pin sylvestre) s'est vue rapidement, dès le printemps 1974, combler par la régénération naturelle.

Il faut dire que non seulement l'année 1974 fut une des années les plus pluvieuses avec 1 137 mm, largement au-dessus de la moyenne des dix dernières années, 960 mm pour la période de 1974 à 83, mais aussi que l'année 1975 fut une année exceptionnellement arrosée (voir tableau II). Quant à la fructification, on sait que l'automne 1973 s'inscrit dans le classement de forte production des graines pour la cèdraie du Mont Ventoux (Toth J., 1978). Les taches importantes de semis de cèdre (voir photo 1) le prouvent; 33 % de plants de cèdre se mêlent aux 67 % de pin noir. Ce dernier pourcentage élevé laisse supposer que la production des graines de pin noir fut également très forte. Nous ne disposons pas de renseignements à ce sujet. Le nombre réduit de semenciers de pin sylvestre n'a donné que quelques semis.

L'analyse détaillée des circonstances chronologiques et la phénologie des essences résineuses en question permettent de confirmer que les plants installés ont pour origine soit les semenciers qui entourent la partie incendiée, soit les semenciers du carré, arbres sur lesquels quelques branches ont pu échapper à la proie des flammes et qui ont été exploitées que tardivement, au printemps 1974. Bien que protégées dans leurs cônes est-ce que les graines provenant de ces branches ont pu acquérir leur maturité physiologique, condition nécessaire à la germination ? Le problème n'est pas là, le fait est que les deux sortes de semenciers, ensemble ou séparément, ont abouti à une magnifique régénération naturelle assurant ainsi la pérennité de la forêt.

La figure 1 schématise bien la situation et démontre qu'il n'y a pas d'orientation vraiment favorisée dans le

semis dans l'ensemble de l'octogone. Il y a une bonne dispersion des deux essences dans laquelle le pin noir est majoritaire.

Résultats des inventaires

Pour déterminer la densité du semis naturel installé, la proportion de chacune des deux essences et leur taux de survie, nous avons effectué deux inventaires statistiques sur 87 points (1 point/are) avec un taux d'échantillonnage de 5 pour cent (5 m² par point, $r = 1,26$ m). Le premier en mai 1978, le second en juin 1984. Entre ces deux dates un dépressage très faible a desserré les taches trop denses, enlevé les plants malvenants et déjà dominés. Le tableau III récapitule les résultats des deux inventaires :

En consultant le tableau III nous constatons que la densité du semis, même cinq ans après l'installation, est très forte avec 18 460 plants/ha. En 1984, onze ans après l'installation nous arrivons encore presque aux 10 000 plants/ha, ce qui correspond à un espacement de 1 x 1 m dans le reboisement.

Photo J. TOTH

TABLEAU III. — Densité de la régénération naturelle en 1978 et 1984 et répartition des essences

| Essences | 1978 | | 1984 | |
|---------------------|------------------|-----|------------------|-----|
| | Nb. de plants/ha | % | Nb. de plants/ha | % |
| Pin noir d'Autriche | 12 368 | 67 | 6 840 | 73 |
| Cèdre de l'Atlas | 6 092 | 33 | 2 550 | 27 |
| Total : | 18 460 | 100 | 9 390 | 100 |

Pourtant, actuellement et par mesure d'économie, la norme maximum utilisée dans le reboisement est de 2 500 plants/ha; le plus courant est de 1 100 plants/ha.

La photo 2 donne une idée précise sur la densité du jeune peuplement mélangé. La proportion très forte du pin noir, 67 pour cent en 1978 devient encore plus importante en 1984. Les taches très denses ont été dépressées en 1982.

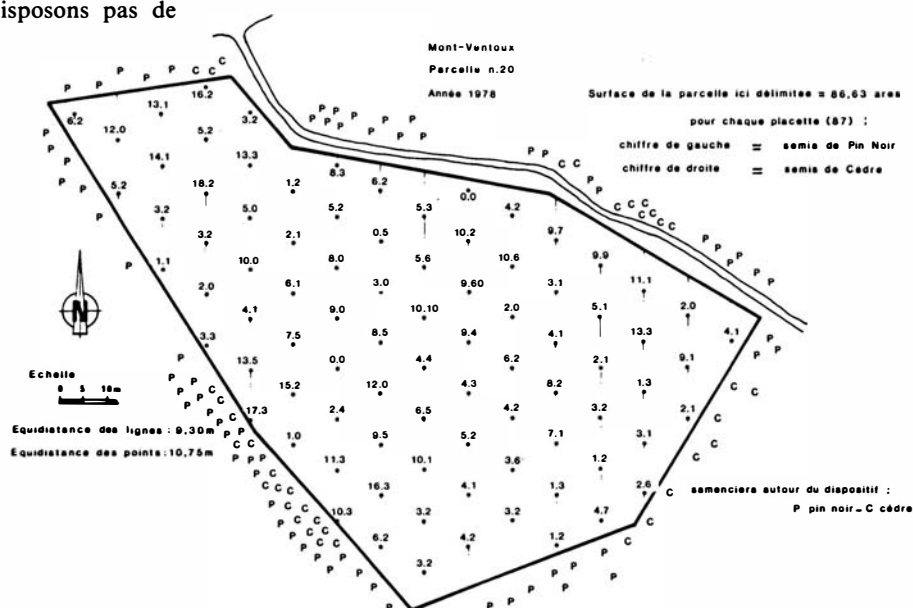


Figure 1. Inventaire statistique de la régénération naturelle.



Photo n° 2. Vue générale du carré de régénération naturelle installée après incendie. Nous constatons la forte participation du pin noir; les cèdres et les quelques pins sylvestres sont éparpillés dans l'ensemble du carré.

Photo J.T.

Dispositif des mesures de croissance

Un dispositif expérimental visant les mesures de pousses annuelles a été installé peu après l'occupation visible du carré incendié par le semis naturel vers 1976.

Il s'agit d'un dispositif éclaté en trois blocs pris au hasard, chaque bloc étant placé au sommet d'un triangle. Chacun d'eux contient 30 couples de pin noir — cèdre. Nous disposons ainsi de 90 individus « pin noir » et 90 individus « cèdre ». Nous nous sommes fixés comme principe, au moment du repérage des couples que la hauteur de deux essences formant couple soit à peu près la même. La pousse de l'année est mesurée à la fin de chaque saison de végétation.

La figure 2 représente la courbe de croissance cumulée et la figure 3 celle de la moyenne annuelle.

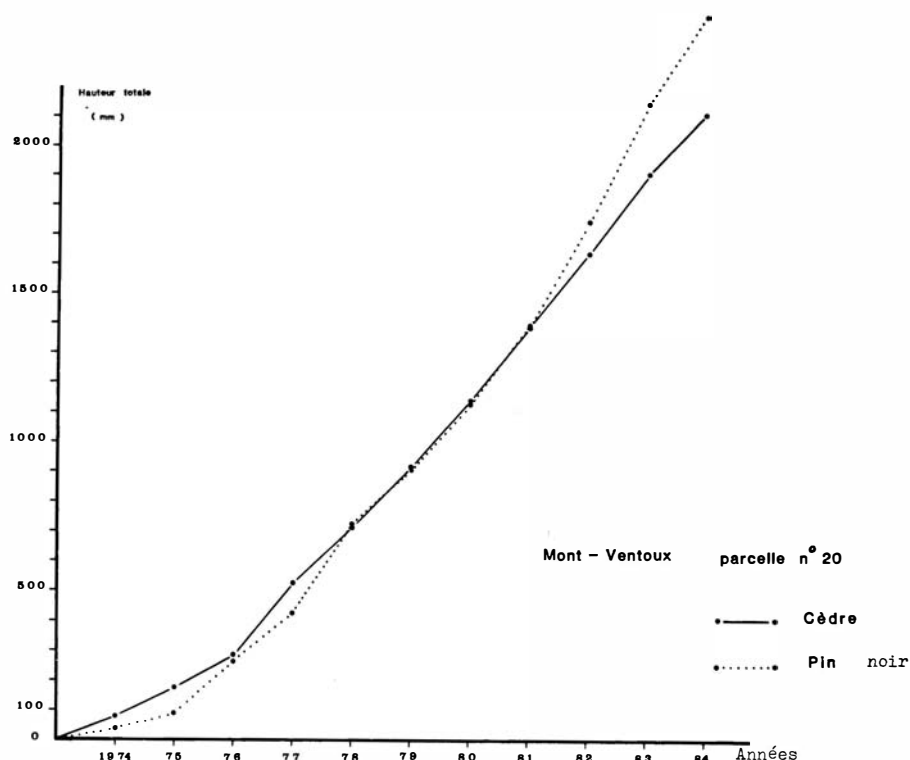


Figure 2. Croissances annuelles cumulées du pin noir d'Autriche et du cèdre de l'Atlas.

Analyse de la croissance en hauteur

La supériorité de la croissance du cèdre sur celle du pin noir pendant les quatre premières années de 1974 à 77 est indéniable. De 1978 à 81 les croissances de deux essences se rejoignent; il y a rupture à partir de 1982 où le pin noir prend le dessus pour le garder jusqu'à présent (voir fig. 2).

Pour mieux comprendre la réaction de deux essences vis-à-vis des stress hydriques ou de l'abondance des précipitations, leur résistance ou leur exigence face à ces conditions, il faut consulter à la fois le tableau 2 (données pluviométriques) et la figure 3 (croissances annuelles comparées). Ce dernier document nous révèle les variations annuelles des pousses et leurs alternances irrégulières. Il faut noter aussi que *la pousse de pin noir est conditionnée par les précipitations de l'année précédente*. (Guyon J.-P., 1986). Nos observations montrent que celle du cèdre est liée aux précipitations de l'année en cours.

Avec cette façon de voir les choses tout devient plus clair. En effet en 1975 le bourgeon du pin noir donne issue à la pousse de 1976. L'année 75 est bien arrosée donc le pin noir produira une belle pousse en 76. Quant au cèdre qui utilise les précipitations de 1976 (surtout mai-juin), il est désavantagé et sa pousse restera plus faible que celle du pin noir.

La mauvaise année 76 influencera négativement la pousse du pin noir en 77, qui sera très faible bien que l'année 77 soit exceptionnellement pluvieuse; le cèdre lui, ne manquera pas d'en profiter, d'autant plus qu'il a subi un léger stress en 76 qui aura pour avantage de stimuler sa croissance en 77 (Finkelstein D., 1981).

L'année 77 induira une forte croissance du pin noir en 1978, tandis que le cèdre ne produira qu'une faible pousse, témoignage des faibles précipitations en 78. Les années déficientes de 1980 à 84 ont présenté des stress hydriques que le pin noir a pu supporter plus facilement. La réaction du cèdre s'est manifestée par la réduction de sa croissance annuelle pendant les années stressées (Aussenac G., Valette J.-C., 1982). Il y a eu peut-être aussi l'effet du dépressage.

Discussion et conclusion

L'étude sur l'installation et le développement du pin noir et du cèdre dans une même station écologique après incendie, menée durant 11 années sur le Mont-Ventoux, a apporté quelques éléments intéressants : Il ressort que l'installation après le passage du feu est peut être plus aisée que dans les conditions ordinaires si les précipitations sont assurées pendant la période propice à chaque essence :

- période active de croissance (mai-juin de l'année N) pour le cèdre
- l'année de l'initiation du bourgeon (juin-juillet de l'année N-1) pour le pin noir.

Les résultats obtenus et consultés sur les courbes de croissance (fig. 2-3) apparaissent sur la photo 3, qui montre la forte croissance de deux couples « pin noir — cèdre ».

Nos observations ne concernent que la croissance juvénile de deux essences durant un peu plus de dix ans. La suite de leur croissance sera conditionnée par bien des facteurs, certains facilement prévisibles d'autres pas.

Cette étude a été réalisée avec la collaboration technique de M. Turrel et J.M. Becard et avec la participation de J. Bettachini.

J.T.

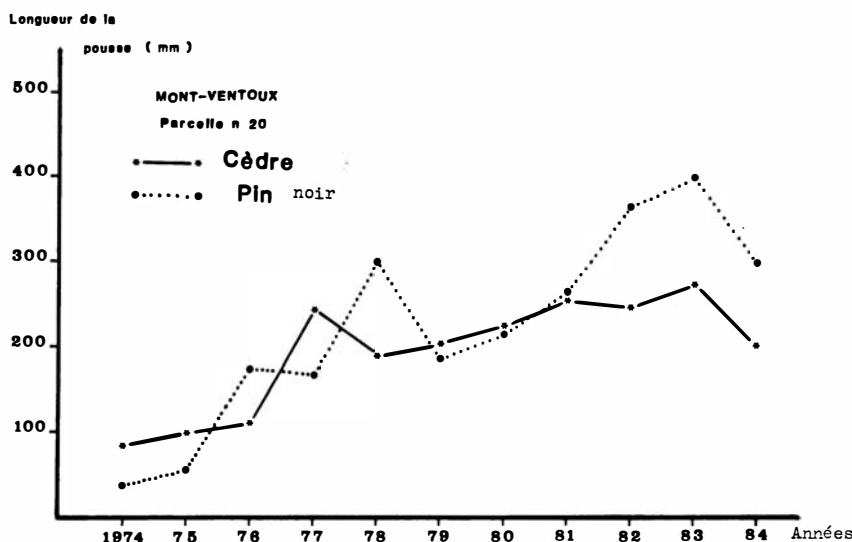


Figure 3. Croissances annuelles comparées (mm). Pin noir d'Autriche et cèdre de l'Atlas.



Photo n° 3. Quelques beaux sujets de pin noir et cèdre dépassant déjà les 2 m de hauteur à l'âge de 10 ans fin 1983.

Photo J.T.

Bibliographie

- AUSSENAC G., VALETTE J.-C., 1982. — Comportement hydrique estival de *Cedrus atlantica* Manetti, *Quercus ilex* L. et *Quercus pubescens* Willd. et de divers pin dans le Mont-Ventoux. *Ann. Sci. forest.*, **39** (1) pp. 41-62.
- FINKELSTEIN D., 1981. — Influence des conditions d'alimentation hydrique sur le débourrement et la croissance de jeunes plants de cèdres (*Cedrus atlantica* Manetti) cultivés en serre. *Ann. Sci. forest.*, **38** (4) pp. 513-530.
- GUYON J.P., 1986. — Influence du climat sur l'expression des composantes de la croissance en hauteur chez le pin noir d'Autriche (*Pinus nigra* Arn. ssp. *nigricans*) *Ann. Sci. For.*, **43** (2), pp. 207-226.
- TOTH J., 1970-72. — Historique du cèdre sur le Mont-Ventoux. *Bull. Soc. Et. Sci. nat. Vaucluse*, pp. 51-75.
- TOTH J., 1978. — Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération naturelle du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le Sud de la France. Thèse de docteur ingénieur. Fac. des Sci. de Marseille — S^t Jérôme, 136 pages.
- TURREL M., 1979. — La régénération naturelle du pin noir dans le Sud-Est de la France. Etude de quelques peuplements des Alpes de Haute-Provence. Doc. int. n° 2 Station de Sylviculture méditerranéenne. 27 pages.

RÉSUMÉ

A la suite d'un incendie l'auteur analyse la régénération naturelle de trois essences résineuses — pin noir d'Autriche, pin sylvestre et cèdre de l'Atlas — sur le Mont-Ventoux (Vaucluse). Il trouve une bonne proportionnalité entre les semenciers environnants des trois essences et leurs semis installés, viennent en ordre décroissant : pin noir d'Autriche, cèdre de l'Atlas et pin sylvestre. Il a mené une étude sur la croissance juvénile en hauteur (pousses annuelles) durant 11 ans. Le résultat de cette étude donne une supériorité au cèdre durant les 5 premières années et une égalité pendant les 3 années suivantes; à partir de la 8^e année le pin noir dépasse le cèdre. La faible participation du pin sylvestre n'a pas permis de l'inclure à cette étude.

La croissance du cèdre est étroitement liée aux données pluviométriques de l'année en cours (mai-juin de l'année N), celle du pin noir avec les données de l'année précédente (juin, juillet et septembre de l'année N-1). Les deux essences accusent une bonne croissance après l'incendie.

SUMMARY

After a fire the author analyses the natural regeneration about three coniferous : black pine tree of Austria, Scotch fir and Atlas cedar on the Mont-Ventoux (Vaucluse).

He finds a good proportionality between the trees which sow around these three species and their seedlings; we distinguish in a decreasing order : black pine, Atlas cedar and Scotch fir.

The author managed a study about the juvenile growth in the height (annual growings) during eleven years. The result of this study gives a superiority to the Atlas cedar during the first five years and an equality during the following three years; from the eighth year the black pine overtops the cedar. The small participation of the Scotch fir tree doesn't allow to include it in this study. The growth of the cedar is very linked with the notions of the pluviometer of the current year (may-june of the year N) and for the black pine with the notion of the year before (june, july and september of the year N-1).

The two species give a good growth after the fire.

RESUMEN

Después de un incendio analiza el autor la regeneración natural de tres esencias resinosas — pino negro de Austria, pino silvestre y cedro del Atlas — en el Mont-Ventoux (Vaucluse). Halla una buena proporcionalidad entre los semilleros vecinos de las tres esencias y sus planteles ya instalados, llegan en orden decreciente : el pino negro de Austria, el cedro del Atlas y el pino silvestre. Ha hecho un estudio sobre el crecimiento juvenil en altura (brotes anuales) durante 11 años. El resultado de ese estudio da una superioridad al cedro durante los 5 primeros años y una uniformidad durante los tres años siguientes; a partir del octavo año ultrapasa el cedro. La leve participación del pino silvestre no ha permitido de incluirlo en este estudio.

El crecimiento del cedro está estrechamente ligado a los datos pluviométricos del año en curso (mayo-junio del año N), la del pino negro con los datos del año anterior (junio-julio y septiembre del año N-1). Las dos esencias acusan un buen crecimiento después del incendio.