

LA MALADIE CHANCREUSE DU PIN D'ALEP

II

RECHERCHE DE MOYENS D'INTERVENTION

par Michel MORELET*

avec la collaboration technique de Jacques THIBAUT**
et Jean-Luc RENOUX*

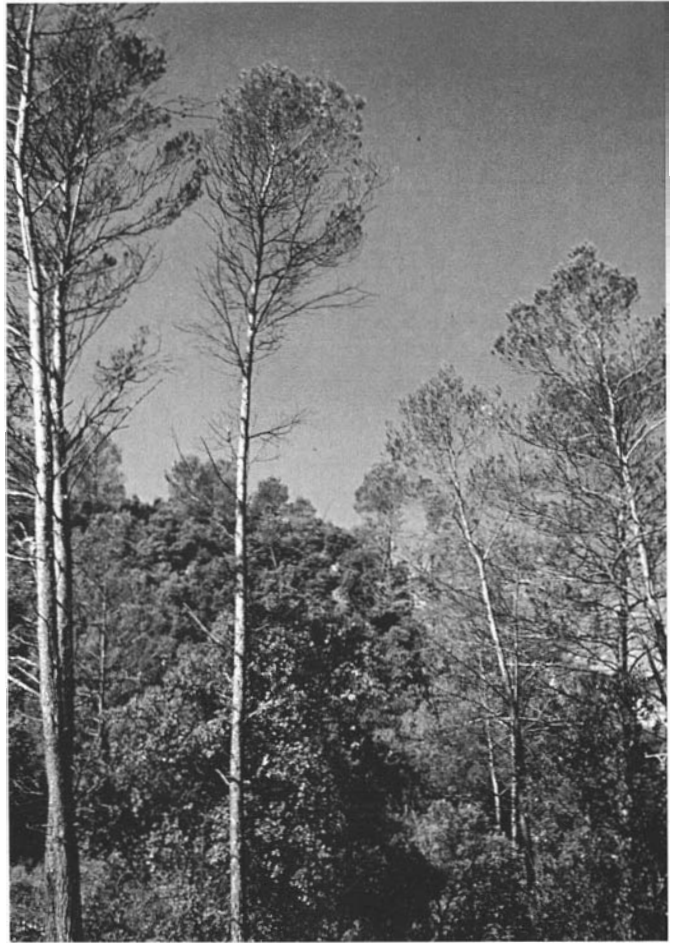


Photo 1 — Sujets adultes sains.

Photo Jean-Michel MOUREY

Photo 2 — Sujets adultes malades : feuillage clairsemé, nombreuses branches mortes.

Photo Michel MORELET

* Laboratoire de Pathologie forestière,
I.N.R.A.-C.R.F. de Nancy
Champenois
B.P. 35
54280 Seichamps

** D.D.A.F. du Var
1478 Avenue de la Vaugine
83300 Draguignan

Avant propos

La maladie chancreuse du pin d'Alep a fait l'objet, depuis 1969, de plusieurs notes publiées par la Société Linnéenne de Lyon et la Société des Sciences Naturelles et d'Archéologie de Toulon et du Var. Il paraît donc opportun, pour les praticiens qui n'ont pas accès à ces périodiques, de rappeler ici brièvement sa symptomatologie.

Cette maladie se manifeste sur les rameaux par l'apparition de chancres qui entraînent à la longue leur dessèchement. Le rameau est alors terminé par un pinceau d'aiguilles roussies dont la présence au sein du houppier vert clair attire l'attention. Le dépérissement progresse du bas vers le haut de l'arbre, qui dans le stade ultime présente de nombreuses branches mortes surmontées d'un feuillage clairsemé (photos 1 et 2).

La formation des chancres passe par 3 stades successifs : apparition généralement au niveau d'une cicatrice foliaire, d'une zone déprimée en forme de bouton, avec exsudation de résine (photo 3 A); — rupture de l'écorce autour de cette zone avec soulèvement du bouton (par l'activité du chancre sous-jacent qui attaque le cambium) provoquant une desquamation du rameau (photo 3 B); — et, dans les cas extrêmes, strangulation du rameau par coalescence de plusieurs chancres (photos 3 et 4).

1. — Introduction

En dehors de son intérêt écologique, le Pin d'Alep se révèle dans certains cas, un producteur de bois plus qu'honorable [ne parle-t-on pas d'un record de 12 m³/ha/an (Quézel, 1983) ?].

Aussi, ses problèmes sanitaires ne doivent-ils pas être négligés. Parmi ceux-ci, la maladie chancreuse occupe une place de choix, depuis bientôt deux décennies (Morelet, 1971).

Elle est provoquée par un champignon ascomycète le *Crumenulopsis sororia* (Karst.) Groves var. *meridionale* Morelet. L'abondance des chancres qu'il induit sur les rameaux de son hôte entraîne une mortalité des pousses, voire même de sujets, surtout dans le jeune âge.

Cette maladie « à évolution lente et capricieuse sur une plante pérenne », à l'instar du chancre cortical du Cyprés (Ponchet et Andréoli, 1984), présente certaines années une recrudescence spectaculaire. Ce fut le cas en 1976-1977. Le Service Forestier du Ministère de l'Agriculture, a alors décidé de soutenir des actions visant à mieux la maîtriser.

Une synthèse a d'abord été établie de façon à dégager un certain nombre de pistes de recherches (Morelet, 1978).

A la suite de quoi, nous nous sommes efforcés, pour notre part, de répondre, par une expérimentation légère de terrain et en dépit des aléas du travail in situ, aux questions suivantes :

- à quelle époque les infections se produisent-elles ?
- sur des pousses de quel âge ?
- quel est le délai d'expression des symptômes ?
- y a-t-il des matières actives efficaces contre la maladie ?

Ce sont les résultats de cette étude, menée de 1978 à 1980, que nous présentons ici.

2. — Matériel et méthodes

2.1. — Caractéristiques du site

Le dispositif expérimental installé sur le territoire de la commune d'Entrecasteaux (Var) au Sud-Ouest

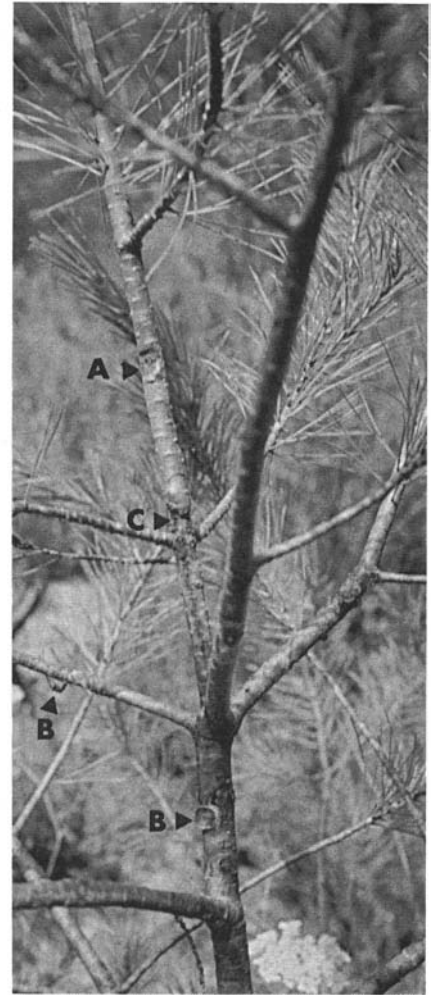


Photo 3 — Divers stades de la maladie sur jeune sujet : A, chancre jeune avec résinose; B, chancres se desquamant; C, strangulation de l'organe attaqué.

Photo M.M.

de Draguignan, se trouve sur sols calcaires meubles en exposition Sud-Sud-Est, à une altitude de 265 m. Il a été implanté dans une régénération de jeunes pins très attaqués par la maladie (100 % des sujets), et dominés par une futaie claire de pins d'Alep également fortement atteinte.

Les données climatiques sont fournies par le poste météorologique de Lorgues (205 m d'altitude). La pluviométrie (facteur primordial) enregistrée durant les 3 années dans la région, est comparée à la normale dans la Fig. 1. On note, pour les saisons qui nous intéressent, un excès de précipitations printanières en 1978, automnales en 1979, printanières en 1980. Cette dernière année l'été a été sec (les 98 mm d'eau de la figure 1 sont tombés en 24 h.).



Photo 4 — Stades plus évolués : craquelures, desquamations, résinoses, mortalité de pousses.

Photo M.M.

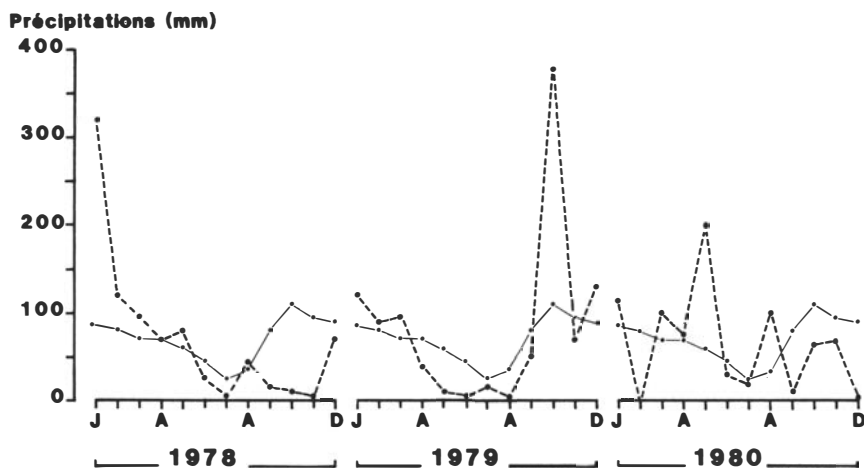


Fig. 1 — Précipitations mensuelles des 3 années (---) dans la région de Lorgues, comparées à la normale (—).

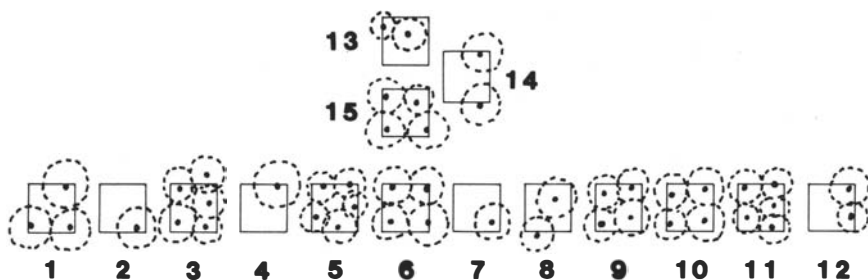


Fig. 2 — Dispositif d'Entrecasteaux. Placettes Unitaires de 36 m² avec projection des houppiers d'adultes. Traitements chimiques (1, 2, 3, 5, 6, 7, 10, 11); traitements sylvicoles (4, 8, 12); témoins (13, 14, 15).

2.2. — Mise en place du dispositif

Après un débroussaillage complet du site, ne laissant en place que les pins d'Alep, 12 placettes unitaires de 6 m sur 6 sont délimitées (Fig. 2). Une éclaircie est pratiquée dans chaque parcelle de façon à ne laisser subsister qu'une vingtaine de jeunes pins. Trois placettes témoins, ni débroussaillées, ni dépressées, sont localisées hors dispositif.

Dans chacune des 15 parcelles unitaires, ainsi constituées, 10 sujets, disséminés, sensiblement de même vigueur (≈ 1 m de hauteur) sont retenus.

Sur la tige principale de chaque individu, numéroté, la limite de la zone feuillée est repérée par une bande annulaire noire indélébile (dessinée au crayon feutre). Cette zone est constatée dépourvue de chancre, au moment de la mise en place du dispositif (mars 1978). On a ainsi, au début de l'essai, de 8 à 16 pousses feuillées saines par sujet, le plus souvent 15 (Fig. 3).

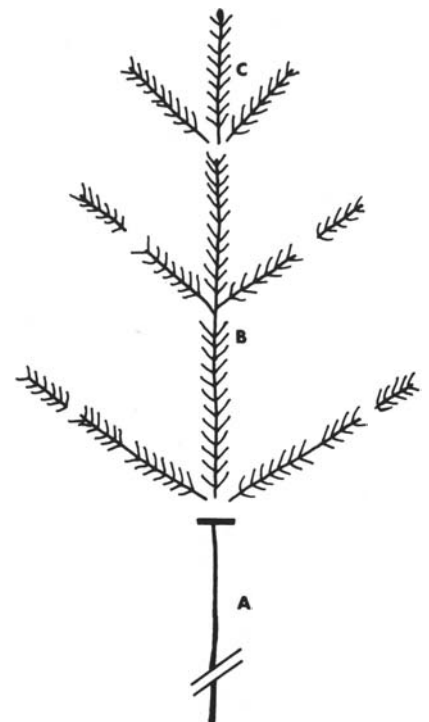


Fig. 3 — Schéma d'un jeune Pin au début de l'essai (1978). Limite de feuillaison (—). A = zone défeuillée cancreuse (interrompue //). B.C. : zone feuillée non cancreuse (entière). Les pousses nées en 1976 (B) sont doubles, celles nées en 1977 (C) sont simples.

2.3. — Notations

2.3.1. — Paramètres notés

— Au niveau de chaque sujet : la localisation des défeuillaisons, les nouvelles pousses formées, ainsi que les mortalités de pousses ou de sujet. Par ailleurs, en 1980, une étude plus fine, par autopsie de toutes les pousses mortes, a été conduite dans le but de situer l'endroit précis de l'impact fatal qui s'avère être toujours une strangulation (par coalescence de chancres).

— Au niveau de toutes les pousses, feuillées ou non : la localisation et le nombre de chancres, ce qui permet d'établir la fréquence de chancres par pousse qui sera abrégée en FC dans la suite du texte. On a aussi utilisé pour les besoins du chapitre 3.2., une fréquence relative (= rapport FC du traité/FC du témoin $\times 100$). Enfin, l'intervention éventuelle d'insectes ou d'autres champignons a été relevée.

— Au niveau des chancres : l'apparition des fructifications du champignon responsable.

2.3.2. — Périodicité des notations

La majorité des paramètres est notée en hiver, exceptées les mortalités et les fructifications du champignon, qui font l'objet d'une notation supplémentaire en fin d'été. Cependant, en 1980, toutes les observations ont eu lieu en fin d'été, en raison de la mise en disponibilité de l'un de nous.

Ainsi durant 3 années, ont été notés sur 4 315 pousses, les événements phénologiques, pathologiques, entomologiques qui s'y sont produits. Seuls nous intéressent ici ceux qui concernent le chancre à *C. sororia* var. *meridionale*.

2.4. — Traitements

2.4.1. — Traitements chimiques

A. — Choix des fongicides

Parmi les fongicides polyvalents couramment utilisés dans le vignoble varois, nous avons choisi outre l'oxychlorure de cuivre, des organiques de synthèse peu toxiques, appartenant en général à des familles différentes : folpel, mancozèbe, thiabendazole, thiophanate-méthyl, ces deux derniers ayant des propriétés systémiques.

Ces matières actives, incorporées à un milieu gélosé, ont été confrontées in vitro, en 1978, au *C. sororia* var. *meridionale* à l'état mycélien.

Sur le terrain en 1978 (Tabl. I), le choix s'est arbitrairement porté sur les 3 premières matières actives,

Années	Matières actives				
	Cuivre	Folpel	Mancozèbe	Thiabendazole	Thiophanate-Méthyl
1978	200 g/hl	150 g/hl	200 g/hl		
1979			240 g/hl	138 g/hl	105 g/hl
1980		200 g/hl			

Tableau I — Concentrations et nature des matières actives utilisées sur le dispositif d'Entrecasteaux.

Périodicité	Mois											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P.E. (placettes 1.2.3)												
E.A. (placettes 5.6.7)												
P.A. (placettes 9.10.11)												

Repère phénologique : Floraison, Débourrement, Fin élancement pousses, 2^e pousse, chute aiguilles.

Tableau II — Périodicité des protections chimiques sur le dispositif.

en attendant les résultats du tri in vitro.

En 1979, le mancozèbe, recommandé dans la pratique (Anonyme, 1978) a été réutilisé, le folpel et le cuivre remplacés par le thiabendazole et le thiophanate-méthyl. Enfin, en 1980, ultime année, les résultats de 1979 n'étant pas encore connus, la meilleure matière active de 1978 (folpel) a été réintroduite dans l'expérimentation.

B. — Périodes et modalités d'application

Chaque produit est appliqué à l'intérieur d'une placette donnée, arbre par arbre, à l'aide d'un pulvérisateur à jet projeté, environ tous les 15 jours.

Les matières actives sont utilisées, en dehors du repos végétatif

de l'hôte, dont les phénophases, observées sur le site d'Entrecasteaux, sont reportées au-dessus du tableau II.

Les applications se font durant 6 mois sur 9 (les mois de décembre, janvier, février, étant exclus), selon la périodicité retenue pour une placette donnée. Cette périodicité permet de protéger chimiquement des contaminations, la dite placette, durant 2 trimestres sur 3 (chaque trimestre correspondant approximativement à une saison, cf. Tabl. II).

En combinant les différents objectifs (matières actives, périodes d'application, traitement sylvicole, témoin), on aboutit, selon la stratégie annuelle adoptée, à la constitution de plusieurs variantes (5 en 1980, 11 en 1978 et en 1979), comme le montre le tableau III.

Variantes	Cuivre			Folpel			Mancozèbe			Thiabendazole			Thiophanate-Méthyl			Sylvicole	Témoin
	P.E.	E.A.	P.A.	P.E.	E.A.	P.A.	P.E.	E.A.	P.A.	P.E.	E.A.	P.A.	P.E.	E.A.	P.A.		
1978	2	6	10	3	7	11	1	5	9							4.8.12	13.14.15
1979							1	5	9	2	6	10	3	7	11	"	"
1980				1.2.3	5.6.7	9.10.11										"	"

Tableau III — Numéros des parcelles unitaires engagées pour chaque variante, sur le dispositif d'Entrecasteaux.

Traitements P.E (mars-août); E.A. (juin-novembre); P.A (mars-mai, septembre-novembre)

En 1980, comme nous l'avons déjà souligné, les traitements des périodes E.A. et P.A. ont été interrompus prématurément. Un seul traitement (8 septembre) a été appliqué pour la période septembre-novembre.

2.4.2. — Traitement sylvicole

Les placettes 4, 8, 12, débroussaillées et dépressées, mais non traitées chimiquement constituent la quatrième modalité, dite sylvicole.

3. Résultats et discussion

L'essentiel de l'information recueillie, concerne les manifestations de la maladie, dont nous envisagerons successivement les aspects ayant trait à la biologie puis aux méthodes de lutte.

3.1. — Biologie de la maladie

3.1.1. — Etiologie et symptomatologie

Ces aspects ayant été traités en détails par ailleurs (Morelet, 1978) nous ne mentionnons ici que les faits nouveaux observés au niveau des chancre et des fructifications.

A. — Localisation des chancres

Les chancres, operculaires, presque toujours d'extension limitée, se forment sur les pousses défeuillées, quel qu'en soit l'âge, généralement au niveau des cicatrices foliaires (Photo 3 A), mais aussi au niveau de diverses lésions, naturelles ou artificielles, comme par exemple celles provoquées par les marques de crayon feutre sur les jeunes écorces. La coalescence des chancres provoque une ceinturation (Photo 3 C). Dans de rares cas, on peut déceler sur quelques pousses feuillées un jeune chancre à l'aisselle d'une aiguille verte, encore en place.

B. — Fructification de l'agent responsable

Les premières pycnides du champignon apparaissent durant l'été qui suit l'année d'infection et généralement sur les chancres grégaires ayant provoqué une strangulation de l'organe attaqué. En revanche, il n'a pas été vu d'apothécies, mais l'on sait qu'elles sont rares sur le pin d'Alep (Morelet, 1978).

3.1.2. — Epidémiologie

A. — Source d'inoculum

A l'échelle des individus en observation, elle est constituée de

pycnides myxosporées, d'où une dissémination hydrochorique basipète des conidies, avec pour corollaire un renforcement de l'inoculum, au niveau des pousses les plus âgées.

Il est évident que dans ces conditions le couvert d'adultes infectés, optimise la pression de ce type d'inoculum. D'ailleurs, il a été constaté (Morelet, l.c.) qu'après incendie, les régénérations restent saines, un moment, parce qu'elles ne sont soumises qu'à un autre type d'inoculum du champignon, plus aléatoire [celui constitué par les ascospores dont la dissémination s'effectue à distance (anémochorie)].

B. — Voies de pénétration

Quoiqu'il en soit, il se confirme que le site « cicatrices foliaires » constitue une voie d'entrée préférentielle (Morelet, 1971), du fait peut-être de sa conformation favorable à la rétention conidienne. En revanche, contrairement à ce qu'affirmait cet auteur, ce ne sont pas seulement les cicatrices foliaires « fraîches », celles des pousses récemment défeuillées, qui sont en cause, mais aussi celles des pousses âgées. En effet, les pousses juvéniles se montrent même moins sujettes au chancre (Fig. 4). Cela fait penser à une différence de réceptivité tissulaire liée à l'âge de l'organe. D'ailleurs, il a été expérimentalement établi, en Grande-Bretagne, sur un couple voisin (*C. sororia* var. *sororia*/*Pinus laricio*) une corrélation positive entre la jeunesse de la pousse et sa résistance à l'infection (Hayes et Manap Ahmad, 1975).

C. — Durée d'incubation

Les essais de lutte chimique, en permettant la comparaison entre placettes protégées et placettes non protégées, à une période déterminée, ont mis en évidence l'existence d'une longue période d'incubation. Le laps de temps écoulé entre le moment de l'infection et l'apparition des premiers chancres est estimé à au moins 5-6 mois. Il est en effet probable que cette extériorisation se produise durant la reprise de la végétation, puisque inexistante en hiver de l'année n, elle est constatée l'année n + 1 en début d'été.

D. — Facteurs de développement

On notera l'importance du facteur pluie, dans le développement de la maladie. Celle-ci est favorisée par une pluviosité supérieure à la normale, et défavorisée dans le cas inverse.

Ainsi, pour prendre l'exemple de la variabilité naturelle, interannuelle, de la FC, et en tenant compte de la période d'incubation, le nombre élevé de chancres constaté en 1978 sur des pousses de 3 ans, ordinairement peu chancreuses (Fig. 4), découle de l'exceptionnelle humidité des années 1976-1977.

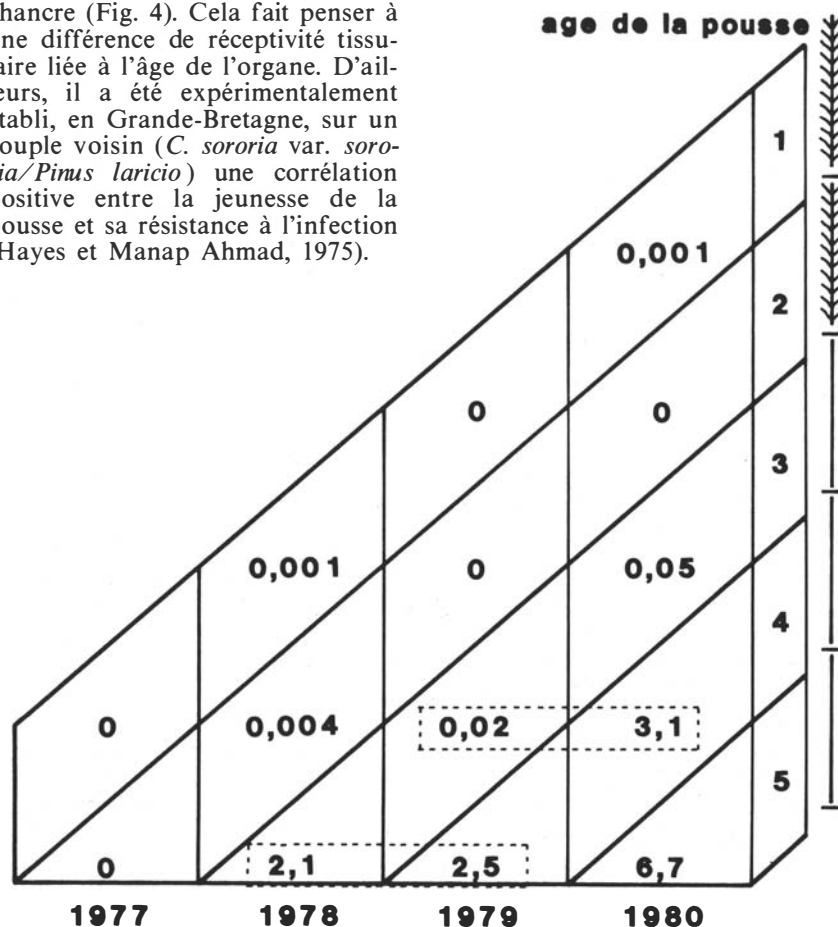


Fig. 4 — Evolution dans le temps de la fréquence des chancres chez le témoin. Elle est élevée sur les pousses les plus âgées, et varie d'une année à l'autre [-----]

De même, la notable stagnation relevée en 1979, ne vient pas de l'extrême sécheresse estivale de cette année, comme on serait tenté de le penser, mais de celle de l'automne 1978 (Fig. 1).

Enfin, la recrudescence enregistrée en 1980, n'est pas attribuable à l'humidité de son printemps, mais à celle, extrême, de l'automne 1979.

Il est à remarquer cependant que si le facteur pluie s'avère nécessaire à l'infection, il n'est probablement pas suffisant comme l'indiquent les résultats de la lutte chimique en 1978 (enregistrés en 1979, Fig. 5). Les placettes 5, 6, 7 soumises à l'infection printanière, présentent moins de chancres que les placettes 9, 10, 11 soumises, elles, à l'infection estivale. Or le printemps s'est montré cette année-là (Fig. 1) plus favorable à la maladie que l'été. Il semble donc se dégager que des 3 saisons testées, la moins propice à l'infection paraît être le printemps, même en conditions adéquates.

Ainsi, selon les conditions de milieu, l'équilibre précaire de l'interaction hôte-parasite, est périodiquement rompu, au détriment de l'un des deux partenaires, comme nous l'avions supposé antérieurement (Morelet, 1978).

3.1.3. — Pathogenèse

A. — Evolution de la fréquence des chancres

Pour apprécier la cinétique de l'infection, nous avons choisi les données fournies par les placettes non traitées.

La Fig. 4 indique que la FC augmente avec l'âge des pousses comme nous l'avons déjà mentionné. Les pousses d'1 et 2 ans sont très rarement chancreuses. Les pousses de 3 ans admettent un nombre restreint de chancres, excepté en 1978. Mais ce sont les pousses de 4 et surtout de 5 ans qui en présentent le plus.

On constate également une variabilité interannuelle non négligeable de la FC (Fig. 4). A cet égard la comparaison 1979-1980 est éclairante. En 1979, la pousse de 4 ans a pratiquement conservé la même FC qu'en 1978, lorsqu'elle avait 3 ans. En revanche, en 1980, la pousse de 4 ans montre une notable augmentation de la FC par rapport à 1979, lorsqu'elle avait 3 ans.

B. — Mortalités

Elles ont été estimées, durant les 3 années de l'expérience, à 9,6% (tous traitements confondus) des pousses en observation (Tabl. IV).

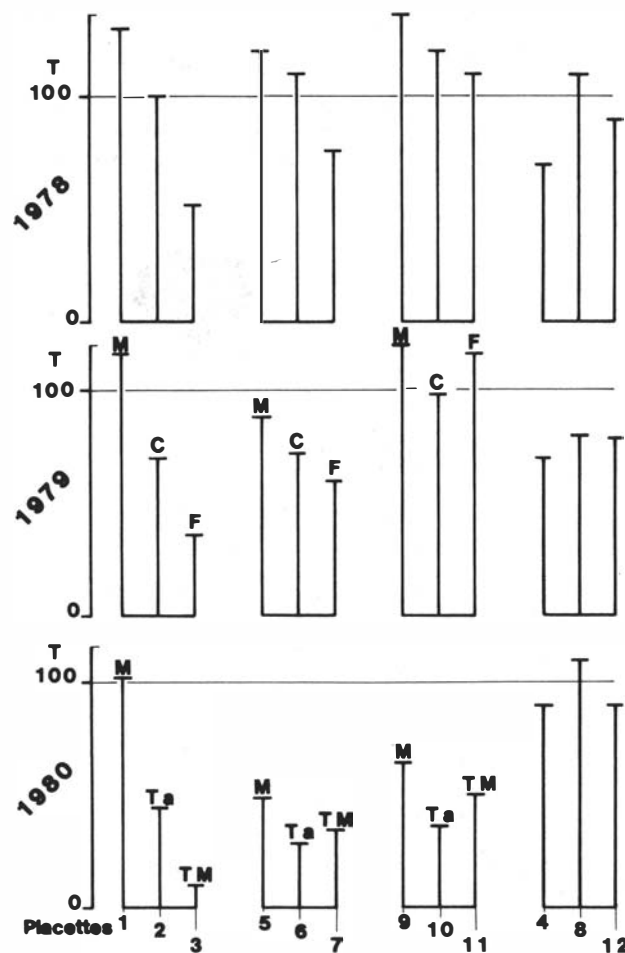


Fig. 5 — Incidence des traitements chimiques et sylvicoles sur la FC des pousses nées en 1976. Résultats exprimés en fréquence relative par rapport au témoin (T). Les fréquences relevées une année résultent des infections de l'année précédente. Les matières actives utilisées figurent donc avec le décalage correspondant. Mancozèbe (M); cuivre (C); folpel (F); thiabendazole (Ta); thiophanate-méthyl (TM); traitement sylvicole : placettes 4, 8, 12.

Les mortalités de pousses, lorsqu'elles ont lieu, se manifestent en fin d'été dans 85 à 100 % des cas, et seulement dans 0 à 15 % des cas en fin d'hiver.

Le taux de mortalité fluctue d'une année à l'autre dans le même sens que la FC.

Les strangulations mortelles se situent au niveau des pousses de 4 et 5 ans dans 88 % des cas. Elles se rencontrent plus rarement au ni-

veau des pousses de 3 et 2 ans qui représentent respectivement 10 et 2 % des cas de mortalités. Elles sont en fait proportionnelles à l'abondance des chancres.

Pour ce qui est de la mortalité de sujets, elle a été faible voire nulle selon l'année d'observation (Tabl. IV). Ici, la strangulation du jeune tronc résulte d'infections antérieures à la mise en place du dispositif.

	1978	1979	1980	Total
Mortalité de pousses	4,1	1,3	4,2	9,6
Mortalité de sujets	2,7	0,7	0	3,4

Tableau IV — Pourcentage des mortalités relevées durant 3 ans sur le dispositif d'Entrecasteaux.

C. — Interventions d'insectes et d'autres champignons

Les insectes ont pullulé durant l'été extrêmement sec de 1979. La majorité des cas de mortalité relevés cette année, tant sur pousses que sur sujets entiers, se sont révélées être dus à l'exploitation active (au niveau de l'écorce, du bois ou de la moelle) d'attaques antérieures de *Crumenulopsis*, par divers Curculionidae*.

Par ailleurs, si la responsabilité de *Crumenulopsis* dans les mortalités relevées est généralement indubitable, il était associé à d'autres champignons de dessèchement dans 6 cas sur 414 : *Foveostroma* sp. (1 cas), *Sclerophoma pythiophila* (Cda) Höhn (2), *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton (3).

3.2. — Méthodes de lutte

Il s'agit de traitements chimiques ou sylvicoles dont les résultats sont comparés à ceux des témoins, sur la base des fréquences des chancres relevés au niveau des pousses nées en 1976.

3.2.1. — Traitements chimiques

A. — Matières actives utilisées

Les résultats du test in vitro indiquent que le cuivre, le folpel et le mancozèbe sont fongistatiques à l'égard du champignon, alors que le thiabendazole et le thiophanate-méthyl sont fongicides même à faibles concentrations (équivalent à respectivement 45 g/hl, et 35 g/hl).

Le comportement de ces matières actives in situ est présenté dans la Fig. 5 (les résultats y sont exprimés en fréquence relative par rapport au témoin).

Du fait du décalage existant entre la période d'infection et celle de l'expression des symptômes, les résultats enregistrés en 1978 (Fig. 5) reflètent la situation de chaque placette en l'absence de traitements chimiques l'année précédente. Ce n'est donc qu'en 1979, qu'on peut apprécier l'effet de ceux appliqués dans le courant de l'année 1978, et en 1980, ceux appliqués dans le courant de l'année 1979.

On constate que des 5 matières actives utilisées (pratiquement toutes efficaces), les plus performantes s'avèrent être le thiabendazole et le thiophanate-méthyl. Les concentrations de ces deux dernières pourraient être d'ailleurs réduites,

comme le suggèrent les résultats du tri in vitro. Mais pour une même matière active, les différences d'efficacité dépendent, sauf exception, des périodes d'application.

B. — Périodes d'application

L'effet des conditions climatiques de l'année 1978, globalement négatif sur la maladie, empêche de porter un jugement catégorique sur l'efficacité des antifongiques utilisés. On peut toutefois noter, en ce qui concerne les périodes d'application, un meilleur comportement des placettes 2, 3, 5, 6, 7, protégées par le mancozèbe, le cuivre et le folpel durant l'été (assez favorable aux infections), comparé à celui des placettes 9, 10, 11, non protégées durant la même période.

En revanche, l'automne 1979, extrêmement favorable à la maladie, a permis une forte recrudescence des chancres en 1980, mettant mieux en évidence l'impact de la période d'application des matières actives. Ainsi la fréquence des chancres est notablement diminuée par l'application de mancozèbe en automne (placettes 5, 9) alors qu'elle est comparable au témoin (placette 1) en l'absence d'application automnale de cette matière active. Le caractère singulier des résultats obtenus avec le thiabendazole et le thiophanate-méthyl, tient, nous semble-t-il, à leur systémie : efficaces comme le mancozèbe en application automnale (placettes 6, 7, 10, 11), ils le demeurent cependant en l'absence d'application (placettes 2, 3).

Ces endothérapies se révèlent donc supérieures aussi par une protection plus durable. Caractère qu'il serait bon de confirmer et de préciser notamment d'un point de vue pratique sous l'angle des fréquences d'intervention par exemple.

C. — Effets secondaires sur l'hôte

En 1978, on a constaté un léger effet phytotoxique du cuivre sous forme de petites macules nécrotiques sur les aiguilles.

En revanche, il a été noté en 1980 un effet bénéfique du folpel sur la végétation, quelle que soit la période d'application de cette matière active. Ainsi en mars 1981, alors que la totalité des pousses de 3 ans aurait dû être défeuillées (physiologie normale), 63 % d'entre elles portaient des aiguilles vertes chez les individus traités, contre 20 % chez les non traités.

3.2.2. — Traitement sylvicole

Contrairement aux traitements chimiques que nous venons de voir,

les résultats du traitement sylvicole (placettes 4, 8, 12), tel qu'il est conçu ici, avec couvert d'adultes infectés, s'avèrent décevants. Les fréquences de chancres relevées, sont du même ordre que celles du témoin, surtout en fin d'expérience.

4. Conclusion

La recherche de moyens d'intervention, visant à mieux maîtriser la maladie chancreuse du Pin d'Alep, a permis de dégager quelques faits biologiques, qui répondent aux questions posées dans l'introduction :

— l'époque des contaminations se situe en été et/ou en automne (quand la pluviométrie est supérieure à la normale).

— la durée d'incubation s'avère longue (plus d'un semestre).

— la réceptivité des pousses augmente avec leur âge (on dispose maintenant de FC de référence).

— l'agent responsable est sensible à certaines matières actives (surtout systémiques).

Nous avons là un ensemble d'informations nouvelles qui, à défaut d'être rigoureusement démontrées, paraissent très vraisemblables, en attendant d'être soumises au feu de l'expérimentation. Celle-ci pourrait aborder l'étude de la genèse, de la structure et de l'évolution des chancres, dans l'optique, par exemple, d'éclairer le mode d'action des endothérapies. L'étude des facteurs de développement serait également utile pour expliquer le faible impact, s'il se confirme, de la période printanière.

Pour en revenir aux moyens d'intervention, le comportement en sites infectés de diverses provenances de Pin d'Alep et d'espèces affines, l'élaboration d'une fertilisation adaptée par analyse foliaire, envisagés un moment mais non réalisés, seraient à reconsidérer.

A défaut, on peut préconiser dans l'immédiat :

— le dépressage-débroussaillage des régénérations après incendie.

— la plantation de sujets sains sur des terrains éloignés des peuplements adultes.

— enfin, exceptionnellement (étant donné le coût de l'opération), l'application d'endothérapies (thiabendazole ou thiophanate-méthyl), à la suite des périodes anormalement pluvieuses de l'été et/ou de l'automne, qui constitue un bon frein au développement de la maladie.

* *Pityoceragenes* sp., *Pissodes* sp., *Mneumonina* sp., *Pityogenes bidentatus* (identification dues à l'amabilité de M. Joly et M. Schvester).

Remerciements

Nous remercions, tout spécialement, Madame Perrot de Gasquet qui a autorisé l'installation du dispositif expérimental sur son domaine, et Monsieur Ponchet qui a bien voulu relire et critiquer le manuscrit.

Bibliographie

- Anonyme.** — Notice sur la maladie chancreuse du Pin d'Alep, établie par CTGREF (Protection de la Nature), CNRF (Pathologie), SRAF et SPV (Provence). Distribuée par SPV Marseille, 1978.
- Hayes A.J., Manap Ahmad A.** — The infection of Corsican Pine by *Crumenula sororia* Karst.. Forestry 48 (2), 183-191, 1975.
- Morelet M.** — La maladie chancreuse du Pin d'Alep. I. Inventaire des champignons associés aux chancres. Bull. mens. Soc. Linn. Lyon 40 (9), 265-269, 1971.
- Morelet M.** — Etude comparative de la maladie chancreuse à *Crumenulopsis sororia*, chez le Pin d'Alep en Provence et les pins noirs en Lozère. Ann. Soc. Sci. Nat. et Archéol. Toulon (Var), 155-162, 1978.
- Ponchet J., Andreoli C.** — Relations hôte-parasite dans le couple *Cupressus-Coryneum cardinale* Wag. Agronomie 4 (3), 245-255, 1984.
- Quezel P.** — Editorial. Forêt méditerranéenne V (2), 131-132, 1983.

RÉSUMÉ

Le but de ce travail était de mieux connaître et de mieux maîtriser cette maladie, par le biais de traitements chimiques et culturaux avec témoins.

L'expérimentation a eu lieu en nature dans une régénération de *Pinus halepensis* sur de jeunes sujets attaqués.

Elle montre que : la maladie présente des fluctuations interannuelles, liées aux pluies supérieures à la normale — les contaminations sont estivales ou automnales — la réceptivité des pousses augmente avec leur âge — la durée d'incubation dépasse le semestre — les mortalités de pousses se produisent en fin d'été — l'application de thiabendazole ou de thiophanate-méthyl limite les infections — la lutte sylvicole telle que conçue ici est inefficace.

SUMMARY

Canker disease of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) is caused by *Crumenulopsis sororia* (Karst.) Groves var. meridionale Morelet (Discomycetes, Helotiales, Leotiaceae). In some years, this agent of branch canker may lead to mortality of the attacked trees. Little is known, however, about its biological aspects.

To better understand and control the disease, we conducted a study in the Var department (southeastern France). The site consisted of fifteen 36-m² experimental plots in a dense regeneration of young severely attacked pine trees. On each tree approximately ten shoots with needles, initially healthy, were observed over a 3-year period : annual recording of defoliation, newly formed shoots, mortality, number of cankers, etc.). Disease severity was expressed as frequency of cankers per shoot (FC).

Experimental conditions included plots without slashing and thinning (controls), and plots with slashing and thinning submitted to silvicultural or chemical treatments. Chemicals used between March and November were copper oxychloride, folpel, mancozeb, thiabendazole, and thiophanate methyl. Chemical protection was not provided throughout the entire investigation period : some plots were not treated during autumn, others not during summer or during spring.

The following results were obtained on the biology of the disease :

- summer and autumn are the most favorable seasons for infection;
- leaf scars are a preferential infection court;
- incubation time lasts from 5 to 6 months;
- older shoots are more susceptible than younger shoots;
- FC increases when rainfall is above normal;
- shoot mortality appears essentially in late summer.

In terms of disease prevention, the following conclusion were drawn :

- thiabendazole and thiophanate methyl are more efficient than the other fungicides tested, for a better protection can be obtained with fewer applications
- silvicultural control under canopy of infected mature trees is ineffective.

Based on these results, further research routes and preventive control methods are proposed.

RESUMEN

La enfermedad chancrosa del Pino de Alepo (*Pinus halepensis* Mill.) es

provocada por *Crumenulopsis sororia* (Karst.) Groves var. meridionale Morelet (Discomycetes, Helotiales, Leotiaceae). Este tipo de Chancro de los ramos puede ocasionar, ciertos años, la mortalidad de los árboles atacados. Pero se conocen y hasta mismo se desconocen algunos puntos de su biología.

Para conocer mejor esa enfermedad, afines de dominarla mejor, se ha instalado un dispositivo experimental en el distrito del Var (Sudeste de Francia) así como sigue : 15 parcelas de 36 m² cada una son delimitadas en una regeneración densa de pinos jóvenes muy atacados. En cada parcelas se retienen 10 árboles. En cada árbol se observan durante tres años unos diez brotes frondosos, sanos al principio (notación anual de los deshojes, de los nuevos brotes crecidos, de las mortalidades, del número de chancros aparecidos...). Se expresa la intensidad de la enfermedad en frecuencia de chancros por brote (FC).

Las modalidades experimentales comprenden : parcelas ni desbrozadas ni aclaradas (testigos), parcelas desbrozadas, aclaradas, y, o sea sin protección química (tratamiento selvícola), o sea protegidas químicamente (tratamiento químico). Las materias activas utilizadas (de marzo a noviembre) son : el oxiclora de cobre, el folpel, el mancozeb, el thiabendazole, el thiophanateméthyl. No se asegura la protección química sobre la totalidad del periodo : no se protegen algunas parcelas durante el otoño, otras durante el verano, otras durante la primavera.

Resulta de esa experimentación que, desde el punto de vista biológico :

- los períodos propicios a la infección son el verano y el otoño
- las cicatrices foliacéas son una vía de penetración preferencial
- el tiempo de incubación es de 5-6 meses
- los brotes antiguos son más receptivos que los juveniles
- la FC aumenta cuando la pluviosidad es superior a la normal
- la muerte de los brotes se manifiesta sobre todo al fin del verano.

Resulta también que, desde el punto de vista profiláctico :

- el thiabendazole y el thiophanate-méthyl son superiores a los fungicidas, porque aseguran una protección mejor con un número más reducido de aplicaciones.
- la lucha selvícola, practicada bajo el cubierto de árboles adultos infectados, es ineficaz.

Por fin, visto los resultados obtenidos, se proponen unas pistas de investigación complementarios y algunas medidas de lucha preventivas.