

LES MALADIES CRYPTOGRAMIQUES DU DOUGLAS EN FRANCE

PAR

L. LANIER

Chargé de Recherches au C.N.R.F.

I. — Introduction - Importance du Douglas

En France, le Douglas vert, *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, se classe actuellement parmi les principales essences de reboisement des zones de basse et moyenne altitude (non compris le Sud-Ouest et la zone méditerranéenne). Depuis quelques années, il occupe probablement la deuxième place (après l'épicéa) dans les programmes de reboisement effectués à partir de plants.

En dehors des qualités et de la quantité de son bois qui font de cette essence l'un des producteurs les plus importants du continent Nord-Américain, la vitesse de croissance, la facilité de traitement et de reproduction, la résistance relative aux vents classent le Douglas parmi les espèces de grand avenir.

Des introductions assez anciennes ont été effectuées en particulier dans l'Est et l'Ouest du Massif Central. Des essais plus récents révèlent qu'il s'agit d'une espèce *très plastique*. Le Douglas vert est susceptible de s'adapter à des sols très divers (à l'exclusion des sols mouilleux ou calcaires superficiels) et à des climats relativement peu humides. Il a assez bien supporté des étés exceptionnellement secs (1959, 1962) qui au contraire ont entraîné des pertes dans les plantations d'*Abies grandis*, *Picea sitchensis*, *Tsuga heterophylla* et *Larix leptolepis*. Toutefois, il faut signaler sa sensibilité aux gelées tardives (trous à gelée) et son inaptitude à prospérer en altitude (givre, vents violents) du moins en partant des graines actuellement disponibles qui correspondent à des peuplements américains de basse et moyenne altitude. Enfin, des températures hivernales exceptionnellement basses (1962) provoquent des dégâts aux jeunes plantations issues de graines de provenance méridionale (Californie). L'engouement des reboiseurs pour cette essence s'explique aussi partiellement par sa croissance juvénile rapide qui permet d'économiser sur les dégagements. La production s'établit approximativement à 50 ans dans la fourchette 10 à 22 m³ selon la classe de fertilité.



Plantations de Douglas à Saint-Just d'Ayray (Rhône)
Juin 1964

Le bois de Douglas produit en France reste l'objet d'une certaine suspicion dans de nombreuses régions parce qu'il n'est pas encore assez abondant sur le marché. Néanmoins, diverses études ont révélé des caractéristiques mécaniques satisfaisantes, une excellente durabilité et une densité élevée. Comme bois d'œuvre, il doit trouver des débouchés importants (charpentes, menuiserie commune). L'industrie papetière (kraft) devrait utiliser les bois de petite dimension (Aux U.S.A. le Douglas joue un rôle important dans ce domaine).

Le Douglas continental (bleu) s'est révélé jusqu'à présent, dans les stations d'introduction de basse et moyenne altitude, très inférieur à tous points de vue au Douglas vert. On verra par ailleurs qu'il est beaucoup plus sensible à diverses maladies.

II. — Etude des maladies

Le Douglas ajoute à ses nombreuses qualités celle d'être relativement peu attaqué par les agents parasitaires cryptogamiques ou entomologiques.

Toutefois, des accidents dus à des causes cryptogamiques ont été constatés à plusieurs reprises et l'objet de la présente étude consiste à faire état des cas d'attaques parasitaires signalés et à en analyser les causes.

21. — *Relevé des cas phytopathologiques signalés en Europe et plus spécialement en France.*

Le phytopathologiste américain BOYCE (6)* a pu, à partir de 1925, faire plusieurs voyages d'étude en Europe, le dernier en 1950, pour étudier les agents cryptogamiques dangereux. Ces rapports nous sont extrêmement précieux, par la qualité de leur auteur et par les relevés évolutifs qu'il a pu faire des principales maladies.

Celles du Douglas apparaissent à plus d'un titre parmi ses préoccupations, car l'un des buts des voyages de BOYCE était de se rendre compte de l'adaptation possible des parasites européens à cette espèce si importante en Amérique et de préciser dans quelle mesure et dans quelles conditions des agents graves en Europe pourraient le devenir dans l'aire d'origine.

Il note en particulier une certaine sensibilité à *Fomes annosus* sur les arbres de 6 ans aux Pays-Bas et sur un peuplement d'une quarantaine d'années en Grande-Bretagne, mais d'autres exemples montrent qu'en mélange avec *Picea excelsa*, le Douglas s'avère beaucoup moins sensible que celui-ci au *Fomes*.

* Les chiffres entre parenthèses renvoient à la bibliographie in fine.

Depuis quelques années fonctionne à l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts puis au Centre National de Recherches Forestières, un Service de détermination* qui permet de noter parmi les agents de maladie les plus fréquents (cf. tableau) :

- *Phaeocryptopus gaumanni*
- *Rhabdocline pseudotsugae*
- *Phomopsis pseudotsugae*

Les résultats figurant au tableau joint ne rendent compte bien entendu que des attaques qui nous sont connues. Il est souhaitable que toute manifestation apparemment pathologique nous soit signalée et le compte rendu accompagné d'échantillons.

Il est curieux de retrouver à l'Arboretum d'Amance quinze ans après les dernières observations de BOYCE le reste des Douglas d'origine américaine pour lesquels on avait créé les espèces *Pseudotsugae guinieri* et *Ps. rehderi*. Signalés comme très attaqués par *Rhabdocline pseudotsugae*, ils sont toujours aussi rabougris et attaqués chaque année!

22. — Aperçu complémentaire sur les maladies existant dans la zone d'origine.

Dans le pays d'origine du Douglas, l'abondance des peuplements très âgés, encore inexploités donne aux pourritures une place prépondérante. On a estimé la proportion du bois pourri à 17 % du volume total sur pied.

Les Polypores sont abondamment représentés. *Fomes* (= *Trametes*) *pini* cause à lui seul 80 % des pertes. HARVEY (16) estime que les pertes imputables à ces agents équilibrent l'accroissement vers 280 ans. Dès 150 ans, la proportion de bois inutilisable est élevée; en conséquence, les auteurs américains préconisent de réduire la révolution à 110-150 ans.

Les parasites de racines sont particulièrement actifs lorsque les peuplements, installés en sols superficiels ou d'arènes grossières, ont souffert de la sécheresse [FOSTER et JOHNSON (11)]. L'Armillaire, *Fomes annosus*, *Polyporus schweinitzii*, *Poria weirii* Murr. et *Phytophthora cinnamomi* sont les principaux.

Les longs gels d'hiver affectent spécialement les races de Douglas les plus maritimes et les plus méridionales.

En résumé, de nombreux agents, parmi lesquels certains sont inconnus chez nous ont été signalés comme causes accidentelles de dépérissements du Douglas. Si les pourritures peuvent être évitées en raccourcissant les révolutions, les maladies de racines restent graves comme toujours en pathologie des forêts parce qu'il est

* Laboratoire de Pathologie. Station d'Ecologie. 14, rue Girardet, Nancy.

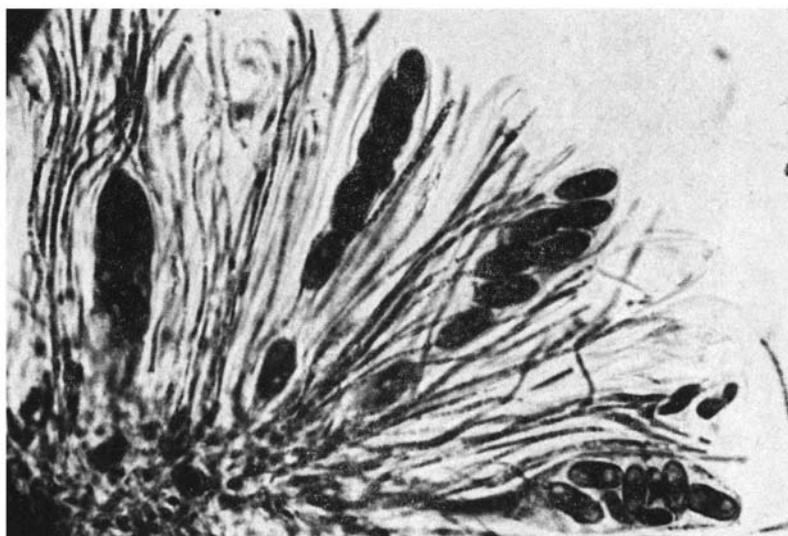
MALADIES DU DOUGLAS

Localisation des cas phytopathologiques relevés en France sur Douglas

Agent	Date	Localisation - Origine	Observations
<i>Phaeocryptopus gaumanni</i>	mai 1949	Forêt de Villevocance (Ardèche)	
<i>Phaeocryptopus gaumanni</i>	mai 1959	Forêt de Faverges (Haute-Savoie)	
Divers	août 50	Pépinières de Mousel - Forêt de Moulière (Vienne)	<i>Ceratostomella pilifera</i> ; <i>Fusarium</i> sp. <i>Nectria</i>
Divers	mars 52	Forêt communale de Wintzenheim	
<i>Phomopsis pseudotsugae</i>	sept. 52	Forêt de Roumare et Rouvray (Seine-Maritime)	
<i>Phaeocryptopus gaumanni</i>	juin 53	Arboretum de Jouéou	
<i>Phaeocryptopus gaumanni</i>	mai 53	Vallée d'Aure, Cauterêts (Hautes-Pyrénées)	
<i>Phaeocryptopus gaumanni</i>	mars 56	Forêt du Der (Haute-Marne)	
<i>Phaeocryptopus gaumanni</i>	oct. 58	Plantation de Claveisolles (Saône-et-Loire)	
<i>Ungulina</i>	mai 59	Ferté-sur-Aube	
<i>Phomopsis pseudotsugae</i>	janv. 60	Plantations à Soudanas - St-Pries Palus (Creuse)	
<i>Ungulina annosa</i> et <i>Phomopsis</i>	19-3-60	Saint-Privat (Corrèze)	
<i>Phomopsis pseudotsugae</i>	22-3-60	La Jonchère (Haute-Vienne)	
<i>Rhabdocline pseudotsugae</i>	23-1-61	Saint-Opportune du Bosc (Harcourt)	Attaque ancienne
<i>Rhabdocline pseudotsugae</i>	20-9-61	Jeumont (Lille - Nord)	
<i>Phomopsis pseudotsugae</i>	13-12-61	La Grille St-Martin (S.-et-O.)	+ gel
<i>Phaeocryptopus</i>	21-7-62	Le Cheylard (Ardèche)	+ Physiologie
<i>Phaeocryptopus gaumanni</i>	2-5-63	Domaine de Ripaille	
<i>Phomopsis pseudotsugae</i>	12-9-63	St-Georges-la-Pouge (Creuse) et Monteil-au-Vicomte (Creuse)	
Divers	25-9-64	Pépinière de la Vocance (Ardèche)	Fonte
Divers	3-9-64	Pépinière F.F.N. à Privas (Ardèche)	<i>Botrytis cinerea</i>
Divers	4-11-64	Pépinières de Cardaillac (Lot)	<i>Thelephora laciniata</i>
<i>Rhabdocline pseudotsugae</i>	2-10-65	Direction Départementale de la Creuse.	
<i>Rhabdocline pseudotsugae</i>	13-4-65	Amance arboretum	
<i>Phomopsis pseudotsugae</i> et <i>Rhabdocline pseudotsugae</i>	26-4-65	Forêt de Bizy (Eure)	
<i>Rhabdocline pseudotsugae</i>	17-5-65	Champceuil (Seine-et-Oise)	



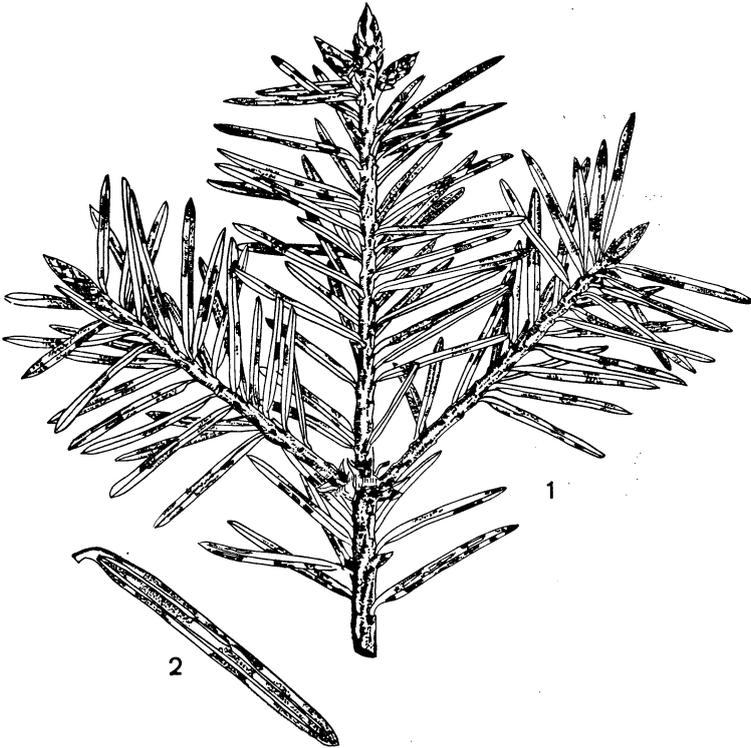
Rhabdocline pseudotsugae
Mai 1965



Rhabdocline pseudotsugae
Asques, ascospores et paraphyses.
Avril 1965

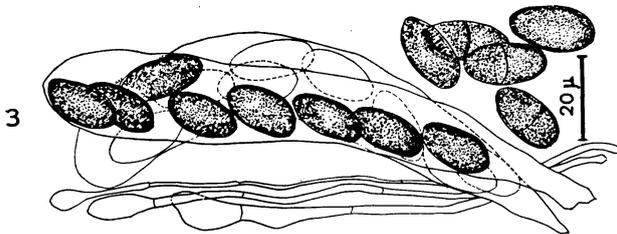
MALADIES DU DOUGLAS

Rhabdocline pseudotsugae Syd.



1 Apothécie sur aiguille
2 Detail

(D'après PEACE.)



3 Asques, ascospores et paraphyses

(D'après VIENNOT-BOURGIN.)

très difficile de les combattre. Quant aux agents les plus importants en France, *Rhabdocline pseudotsugae*, *Phaeocryptopus gauthmanni* et *Phomopsis* sp., ils sont également présents en Amérique du Nord, mais ne causent qu'exceptionnellement des dégâts importants.

23. — *Rhabdocline pseudotsugae*.

231. — *Généralités - Répartition.*

Découverte pour la première fois en 1926 dans le Sud de l'Ecosse, cette maladie, probablement une des premières sur les conifères américains à avoir été introduite, a fait craindre un moment pour



Rhabdocline pseudotsugae
Apothécies (détail).

l'avenir de cette essence en Europe. Dans les cas les plus défavorables, elle peut ruiner complètement une plantation. Elle existe dans le pays d'origine, mais sans causer de dégâts importants.

Des différences considérables de sensibilité vis-à-vis de *Rhabdo-
cline* ont été mises en évidence entre les provenances de Douglas.

232. — *Biologie: Symptômes, Systématique, Importance.*

La maladie à *Rh. pseudotsugae* se manifeste sur les aiguilles par des taches qui apparaissent à l'entrée de l'hiver. En mars, les fructifications d'abord en boutons subépidermiques, se développent en soulevant l'épiderme et sont mûres à partir de mai en année moyenne. A cette époque, l'aiguille présente l'aspect bigarré de zones alternées jaunes et vert pâle. Le centre des parties jaunes est boursoufflé par le développement des fructifications qui se déchirent en longues ellipses de couleur orangé à brun.

Des coupes effectuées au niveau des taches et passant par les apothécies montrent un mycélium intracellulaire se développant aux dépens des cellules du parenchyme chlorophyllien que les apothécies apparaissent avec des asques cylindriques, arrondis à l'extrémité, à huit spores, mêlés de paraphyses filiformes, hyalines de 3 μ de diamètre, légèrement renflées à l'extrémité.

Les dimensions des asques sont de 115 à 140 μ de long sur 15,7 à 20 μ de large. Les ascospores mesurent 17-21 $\mu \times 7 \mu$. Elles sont hyalines, cylindriques avec des extrémités arrondies et rétrécies au milieu à maturité. Elles sont classiquement monocellulaires, mais parfois en fin de développement, une cloison se différencie au niveau du rétrécissement médian.

Rhabdocline pseudotsugae est considéré comme un parasite très actif et spécifique [VAN VLOTEN (24)].

Des plantations comparatives installées en particulier en Allemagne ont montré que les provenances côtières étaient peu sensibles. On peut également trouver des représentants des races « glauca » et « intermédiaire » qui sont peu attaqués par *Rhabdocline*.

En dehors de cette tendance de la forme côtière à être plus résistante au *Rhabdocline*, l'expérience a permis de préciser qu'il y avait une variation considérable à l'intérieur des trois races et que pratiquement les différences individuelles entre deux arbres de la même provenance pouvaient être plus grandes que celles existant entre deux provenances.

On a cherché à expliquer l'origine de cette résistance et on a fait en particulier des observations très intéressantes sur la sensibilité du Douglas au Colorado. Celui-ci est en effet très attaqué en Europe alors qu'il ne l'est pratiquement pas dans son aire naturelle. Or, dans ces montagnes, la lumière est riche en rayons à faible longueur d'ondes et les sols bien pourvus en sels minéraux.

En Europe, il y a un actinisme moins important et des sols plus lessivés, ce qui peut entraîner, soit directement, soit indirectement, en influant sur la constitution chimique des cellules, des modifications telles que la résistance se produit,

Ceci est à rapprocher d'une observation de LYR (17) qui constate que la partie de la cime chez certains arbres directement exposée à la lumière est indemne alors que la partie ombragée est fortement attaquée.

233. — *Moyens de lutte.*

Différents moyens de lutte ont pu être envisagés, mais compte tenu des travaux sur la résistance, les plus prometteurs sont certes ceux qui sélectionneront pour une région donnée, dans un climat donné, les provenances de Douglas les plus résistantes. Ainsi, BOISELLE (2) a mis en évidence le comportement remarquable, tant en ce qui concerne la vitesse de croissance que la résistance à *Rhabdocline* et à *Phaeocryptopus* (voir § suivant), de la provenance Snoqualmie, issue du Nord-Ouest de l'Etat de Washington.

Les tableaux étant dressés par grandes régions climatiques auxquelles correspondent des races géographiques, on pourra pour la partie semi-continentale de notre pays, s'inspirer des résultats très importants de SCHÖBER (22) et de GALOUX (13).

En ce qui concerne les zones atlantiques et surtout les zones méridionales, il est indispensable d'établir quelques points d'appui en ne négligeant pas a priori et dans un but uniquement expérimental les variétés *intermédiaire* et même *glauca* dont toute la variabilité n'a pas été explorée*.

Une autre voie a été abordée également en Allemagne avec les premiers essais de lutte chimique. Mais lorsqu'on veut les appliquer à des peuplements importants et lorsque les traitements doivent être répétés, leur prix est prohibitif. Des procédés de lutte directe, curative, sont actuellement en cours d'expérimentation en Amérique du Nord, en particulier par emploi des antibiotiques systémiques, qui ont donné des résultats intéressants dans la lutte contre la Rouille vésiculeuse du Pin Weymouth.

24. — *Phaeocryptopus gaumanni* (Rohde) Petr.

241. — *Généralités - Répartition.*

Maladie découverte en 1926 sur des arbres de 20 ans à Hardern dans le canton de Berne et appelée parfois pour cette raison « Rouil-

* Taxonomie: Les auteurs récents les mieux documentés distinguent pour l'espèce collective *Pseudotsuga menziesii* au moins deux variétés nettement séparables dont les aires sont dissociées.

1) la variété *menziesii* Franco: *Ps. douglasii* Carrière; *Ps. taxifolia* (Poir.) Britt. ou Douglas vert.

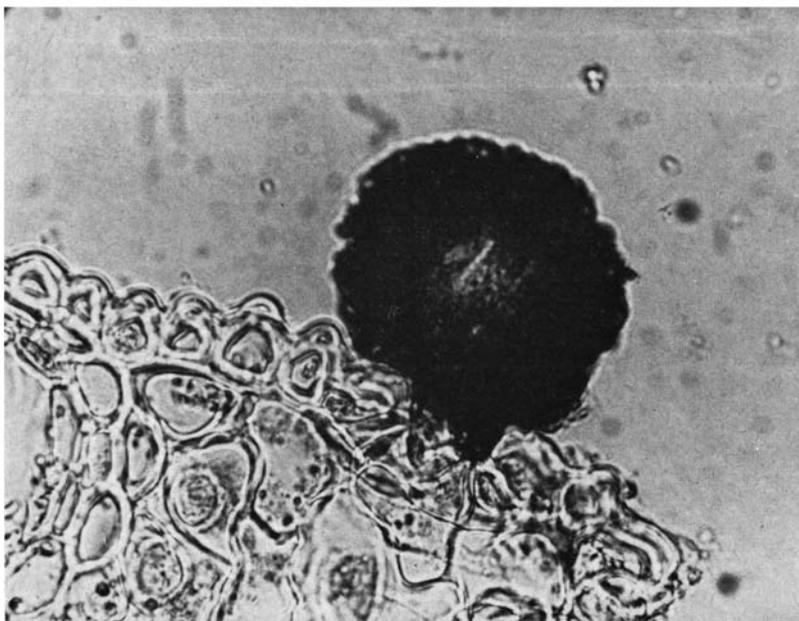
2) la variété *glauca* Franco: *Ps. glauca* Mayr. ou Douglas bleu du Colorado.

Des formes intermédiaires ont constitué pour certains auteurs une troisième variété: la variété *caesia*.

le suisse » des aiguilles de Douglas, elle est actuellement connue sur l'ensemble de l'aire du Douglas, aussi bien dans sa zone d'introduction que dans son aire d'origine.

242. — *Biologie: Symptômes - Systématique - Importance.*

La maladie se manifeste par une chute plus ou moins importante d'aiguilles; dans le cas d'attaque sévère, seul subsiste le pinceau des aiguilles de l'année et quelques rares exemplaires de l'année précédente. Si l'on tient compte du fait que les aiguilles de Douglas res-



Phaeocryptopus gaumannii

Périthèce

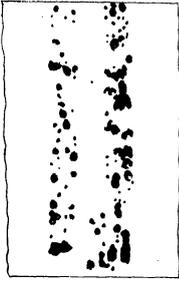
Noter le pied s'enfonçant entre les cellules stomatiques

tent normalement 5 ans — et parfois davantage — sur l'arbre, on conçoit que la perte de croissance due à *Phaeocryptopus* soit considérable.

Le feuillage s'éclaircit, passant du vert franc au vert pâle, puis les aiguilles jaunissent, tournent au brun et tombent. Dès les premiers stades, on peut observer, difficilement à l'œil nu, plus facilement à l'aide d'une bonne loupe de poche, de petits périthèces brun-noirs, disposés à la face inférieure de l'aiguille de part et d'autre de la nervure médiane, suivant les lignes de stomates.

MALADIES DU DOUGLAS (Suite)

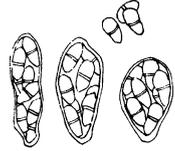
Phaeocryptopus Gauemanni



Périthèces
(face inférieure de l'aiguille)

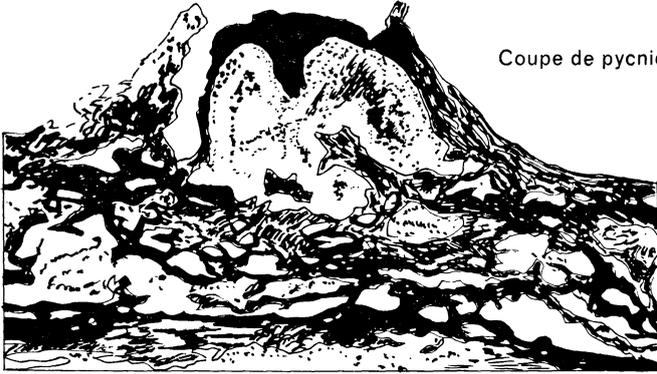


Périthèces grossis

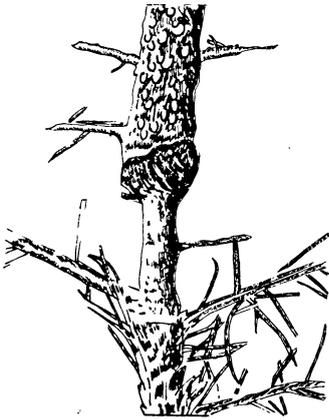


Asques et ascospores

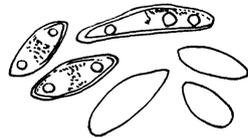
Phomopsis pseudotsugae



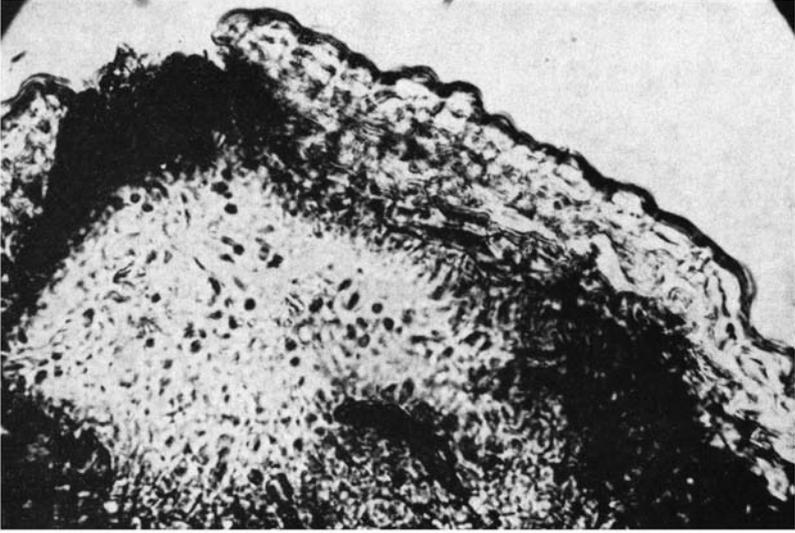
Coupe de pycnide



Aspect sur rameau



spores



Phomopsis pseudotsugae
Pycnide et pycniospores.



Dépérissements anormaux constatés dans le Beaujolais.
Saint-Just d'Avray (Rhône).
Juin 1964

Au point de vue de la systématique, le champignon est un Ascomycète que son périthèce clos, sans fulcres, rattache aux Périsporiales. D'abord nommé *Adelopus balsamicola* compte tenu de sa grande parenté morphologique avec ce classique saprophyte sur *Abies*, puis *Adelopus gaumanni* lorsque de petites différences ont été reconnues avec le premier agent, il est maintenant retenu sous le nom de *Phaeocryptopus gaumanni* depuis les travaux de Petrak.

Les périthèces noirs de 40 à 100 μ de diamètre sont attachés à l'aiguille par un court pied conique, inséré entre les cellules-garde des stomates. Des coupes montrent, à l'intérieur des périthèces clos qui ne comportent ni ostiole, ni paraphyses, une quinzaine d'asques, renfermant chacun 8 spores hyalines, bi-cellulaires, ellipsoïdes, rétrécies à la cloison, la cellule supérieure étant en général un peu plus large que l'inférieure.

La maturation des ascospores a lieu en mai-juin. Le mycélium issu d'une ascospore en germination pénètre dans l'aiguille par un stomate et se développe entre les cellules dans les tissus palissadiques. Durant le second été, les aiguilles infectées deviennent jaune pâle puis l'hiver suivant elles brunissent, se dessèchent et tombent après que soient apparus de nombreux périthèces.

Cette description correspond à un développement moyen, mais le comportement du champignon est en fait très variable. Aucune corrélation par exemple n'a pu être mise en évidence entre la présence de périthèces et le jaunissement des aiguilles. Certaines aiguilles, restées parfaitement vertes portent quantité de périthèces et certaines jaunes n'en ont que très peu.

Les différences constatées dans les effets de l'attaque par *Phaeocryptopus* semblent avoir également une cause génétique, et l'on observe côte-à-côte des arbres ayant des degrés de contamination très divers [de FERRE (10)].

Les facteurs climatiques jouent à coup sûr un rôle considérable dans la répartition et l'influence de *Phaeocryptopus*. PEACE (20) constate qu'en Grande-Bretagne, le champignon est confiné aux zones de haute pluviosité. DURRIEU (9), dans une étude comparative des climats de la zone d'origine du Douglas et de la France, note que *Phaeocryptopus* semble biologiquement mieux adapté aux zones où le climat est relativement humide en période estivale, alors qu'il vit mal dans les régions où la fin du printemps et l'été sont secs.

Cette interprétation corrobore une des hypothèses de BOYCE (5) qui suppose que *Phaeocryptopus* (= *Adelopus gaumanni*) est un parasite faible originaire de la côte Pacifique de l'Amérique du Nord, qui, introduit en Europe, aurait trouvé dans cette région des conditions climatiques plus favorables à son développement que dans son pays d'origine.

243. — Moyens de lutte.

En dehors des différences de sensibilité enregistrées entre les provenances, beaucoup moins nettes que dans le cas de *Rhabdocline pseudotsugae*, il y a entre les individus des différences incon-

testables, qui ouvrent une possibilité de recherche génétique fructueuse.

D'après MERKLE (19), le champignon semble être un parasite faible soumis à un complexe de facteurs climatiques, écologiques et génétiques. La lutte se fera donc par des mesures sylvicoles, telles qu'éclaircies précoces, élagages, fertilisation, plutôt que par des méthodes chimiques, dont les essais n'ont d'ailleurs donné aucun résultat.

On profitera également de l'existence d'arbres résistants à partir desquels sont réalisés des tests de descendance. MARQUARDT (18) attribue à des « gènes majeurs » (Maior Genen) la résistance de *Phaeocryptopus*. On peut donc les sélectionner à partir des populations de Douglas américains. Ceux-ci doivent être introduits dans des zones fortement contaminées. En éliminant rapidement les arbres atteints et en évitant les pollinisations croisées avec les peuplements sensibles, on doit pouvoir obtenir des lignées résistantes qui seront reproduites par propagation végétative et vergers à graines.

25. — *Phomopsis pseudotsugae* Wilson.

251. — Généralités - Répartition.

Cette maladie a été décrite pour la première fois par Wilson en 1920. L'agent qui la cause, *Phomopsis pseudotsugae*, est un parasite de faiblesse ou de blessure.

Il a été relevé sur une vaste gamme d'hôtes résineux, *Abies alba*, *Cedrus spp*, *Larix leptolepis*, *L. sibirica*, *Sequoia*... Cette liste n'est pas limitative.

Dès 1929, le champignon avait été reconnu en Grande-Bretagne, en Hollande, en Scandinavie, et plus tard dans la majorité des pays d'Europe [WILSON et HAHN (25)].

En 1930, HAHN (14) récoltait à Lokoya (Californie) dans l'aire même du Douglas un *Phomopsis* légèrement différent qu'il nommait *Phomopsis lokoyae*.

252. — Biologie: Symptômes - Systématique - Importance.

Le parasite cause au Douglas trois types de dégâts, suivant l'âge des parties attaquées :

— sur les pousses les plus faibles, il entraîne des dessèchements d'aiguilles par blocage de circulation de la sève. Au niveau du front d'attaque, où l'on peut trouver le mycélium vivant, il y a un brusque rétrécissement de la pousse.

— sur les pousses plus âgées et les tiges principales d'arbres de 4 à 5 ans, on peut trouver une zone rétrécie et desséchée de 8 à 10 cm de part et d'autre de laquelle la tige a un aspect normal, renflé à la partie supérieure.

— enfin, sur les troncs et les grosses branches, on trouve parfois au niveau d'une blessure ou d'une pousse latérale un chancre typique, déprimé de 10 à 15 cm de diamètre, portant des pycnides du parasite.

Au point de vue de la systématique, le stade pycnide *Phomopsis pseudotsugae* correspond à un stade parfait découvert par HAHN (15) sur *Pinus strobus* aux Etats-Unis et appelé *Phacidiella coniferarum*.

Les pycnides, seules présentes sur Douglas en Europe, se présentent sous la forme de petites masses globuleuses noires de 100 à 900 μ près de la surface des chancres ou des zones attaquées. Les spores hyalines, unicellulaires elliptiques à fusoides mesurent $5,3-9 \times 2,2-3,1 \mu$.

Les études biologiques conduites sur cet agent montrent un parasite net de blessure; les contaminations sont favorisées par les fissures dues au gel. Il n'est véritablement très important qu'en pépinières ou dans de jeunes plantations où il peut causer des mortalités considérables.

253. — *Moyens de lutte.*

D'après BOUDRU (4), les moyens de lutte à préconiser sont essentiellement préventifs: éliminer les sujets chancreux dépérissants, foyers de contamination; installer les pépinières et les jeunes plantations à l'écart des trous à gelée, protéger contre les blessures dues au gibier et aux rongeurs. La contamination ayant lieu à l'entrée de l'hiver et au printemps, éviter les élagages des branches vivantes à cette époque et les pratiquer de préférence en été.

Contrairement aux cas de *Phaeocryptopus* et *Rhabdocline*, aucune résistance variétale ni individuelle n'a pu être trouvée pour lutter contre *Phomopsis*. C'est d'ailleurs une règle générale dans le cas des agents polyphages et à tendance saprophytique marquée.

III. — **Conclusions**

Dans une étude sur les introductions d'essences, BOYCE (7) montrait un pessimisme marqué et sans doute exagéré en affirmant que les probabilités d'échecs étaient bien supérieures aux réussites possibles. Même les exemples de réussites spectaculaires n'étaient peut-être que provisoires.

Mais les différences de rendement considérables entre certains exotiques tels que le Douglas et les essences indigènes doivent néanmoins nous encourager à les installer. Ainsi que le notent PEACE et

VAN VLOTEN, le peuplement forestier idéal d'une essence introduite est un peuplement pur, équienne d'une seule essence et insensible aux maladies existant dans la région d'introduction.

Or, nous avons vu que dans son pays d'origine, *Pseudotsuga menziesii* était fréquemment parasité tant sur ses racines, sur ses rameaux et aiguilles que dans son bois, les dommages ne devenant très importants que dans les peuplements très âgés ou en très mauvaises conditions physiologiques. La plus grande part des agents répertoriés en Amérique du Nord existent déjà chez nous (*Armillariella mellea*, *Trametes pini*, *Fomes annosus*, *Polyporus schweinitzii*, *Polyporus sulfureus*, *Phytophthora cinnamomi*, *Rhabdocline pseudotsugae*, *Phaeocryptopus gaumanni*...).

Les deux derniers parasites, sans doute parmi les moins importants dans l'aire d'origine, causent en Europe les dégâts les plus apparents.

Dans le cas de *Rhabdocline pseudotsugae*, un choix soigneux des provenances doit permettre d'en réduire l'importance dans des proportions considérables. On connaît dès à présent des peuplements (Massif Central, Beaujolais) qui en sont pratiquement indemnes.

Le développement de *Phaeocryptopus* paraît lié davantage aux conditions climatiques et il est possible que pour certaines régions, il devienne nécessaire de suivre attentivement les peuplements de Douglas pendant une vingtaine d'années et d'éliminer en éclaircie les individus les plus sensibles.

Il s'y ajoute un troisième agent (*Phomopsis*) à caractère saprophytique marqué et contre lequel des règles sylvicoles préventives semblent pouvoir être mises au point.

Devant les menaces que ces maladies font peser sur les reboisements en essences à croissance rapide dont nous avons le plus grand besoin, il est nécessaire de choisir suivant la région les Douglas les mieux adaptés, en faisant porter les critères de sélection à la fois sur la vitesse de croissance et sur la non-sensibilité aux parasites connus et prévisibles.

Les agents les plus importants dans l'aire d'origine, à savoir les champignons causant des pourritures seront évités en limitant la révolution à des valeurs de l'ordre de 150 ans, ce qui, en bonnes conditions, fournira déjà des produits de belle dimension.

Il reste le risque qui n'est pas à exclure d'une adaptation au Douglas d'un pathogène européen, *Phytophthora cinnamomi*, connu pour sa virulence dans son aire d'origine.

Dans le Beaujolais, certaines observations de dépérissements sans cause bien définie nous avaient fait craindre cette éventualité. Heureusement, les isolements effectués au niveau des racines par un laboratoire spécialisé de l'I.N.R.A. (Clermont-Ferrand) n'ont pas révélé la présence de *Phytophthora*.

Jusqu'à présent, les dommages cryptogamiques constatés en France ne sont graves qu'exceptionnellement, mais étant donné les risques d'extension des pathogènes actuellement relevés, et les possibilités de développement d'agents nouveaux, les peuplements de Douglas doivent faire l'objet d'une surveillance attentive.

BIBLIOGRAPHIE

1. ANONYME. — Two leaf cast diseases of Douglas Fir.
For. Comm. Leaflet., 1961, **18**, 8 pp.
2. BOISELLE (B.). — Die Snoqualmie-Douglasie, die Douglasie der Zukunft.
Allg. Forst- u- Jagdz., 1954, **125**, 61-64.
3. BOUDRU (M.). — La « Rouille Suisse » des aiguilles du Sapin de Douglas.
Tr. St. Rech. Groen., 1943, Série C, 2-3.
4. BOUDRU (M.). — La maladie du Sapin de Douglas et d'autres conifères causée par *Phomopsis pseudotsugae* Wilson.
Bull. Soc. Roy. For. Belg., 1948, **55**, 193-201.
5. BOYCE (J.-S.). — A needle-cast of Douglas Fir associate with *Adelopus gaumanni*.
Phytopathology, 1940, **30**, 649-659.
6. BOYCE (J.-S.). — Notes on tree diseases in Western Europe, 1950.
Publ. Yale University, 1950, 64 pp. dactyl.
7. BOYCE (J.-S.). — Introduction of exotic trees Dangers from diseases and insect pests.
Unasylva, 1954, **8**, 8-14.
8. BOYCE (J.-S.). — Forest Pathology.
3^e Edition, 1961, Mc Graw Hill Book Company, 572 pp.
9. DURRIEU (G.). — Influence du climat sur la biologie de *Phaeocryptopus gaumanni* (Rohde) Petrak, parasite du *Pseudotsuga*.
C.R. Séances AC. SC. Paris, 1957, **244**, 2 182-2 185.
10. FERRE (Y. de). — Résistance de quelques espèces de *Pseudotsuga* au *Phaeocryptopus gaumanni* (Rohde) Petrak.
C.R. Séances et Rapp. Congrès Botan., 1954, Comm. **13**, 2-5.
11. FOSTER (R.-E.), JOHNSON (A.-L.-S.). — The significance of root and frost damage in some Douglas Fir plantations.
For. Chron., 1963, **39**, 3, 266-272.
12. FUCHS (M.). — Les parasites mycologiques du Sapin de Douglas.
Ann. Gembloux, 1958, 64^e A., 3, 245-262.
13. GALOUX (E.). — Le Sapin de Douglas et la phytogéographie.
Stat. Rech. Groenendaal, Trav. Série B, n° 20, 1956.
14. HAHN (G.-G.). — An undescribed *Phomopsis* from Douglas Fir on the Pacific Coast.
Mycologia, 1933, **25**, 369-375.
15. HAHN (G.-G.). — *Phacidiophycnis* (*Phomopsis*) canker and dieback of conifers.
Plant. Dis. Rep., 1957, **41**, 623-633.
16. HARVEY (M.-G.). — Heart-rots of Douglas Fir.
U.S. Dept of Agric. For. Serv., 1962, **62**.
17. LYR (H.). — Untersuchungen zur Pathologie der Douglasie.
Arch. f. Forstw., 1955, **4**, 533-544.
18. MARQUARDT (H.). — Genetische Grundlagen der *Adelopus*-Resistenz von *Pseudotsuga douglasii* und mögliche Verfahren zur Gewinnung resistenteren Pflanzenmaterials.
Allg. Forst- u- Jagdz., 1951, **122**, 6-7, 201-205.

19. MERKLE (R.). — Über die Douglasien Vorkommen und die Ausbreitung der Adelopus Nadel-Schütte in Württemberg, Hohenzollern.
Allg. Forst-u-Jagdzt., 1951, **122**, 6-7, 161-192.
 20. PEACE (T.-R.). — Pathology of trees and shrubs.
Clarendon Press Oxford, 1962, 723 pp.
 21. ROTH (L.-F.), KUHLMAN (E.-G.). — Field tests of the capacity of Phytophthora root rot to damage Douglas Fir.
Journ. of For., 1963, **42**, 3, 195-205.
 22. SCHÖBER (R.). — Ergebnisse von Douglasien Provenienzversuche in Deutschland, Holland und Danemark.
Allg. Forstzeitschrift, 1959, **130**, 145-152.
 23. SCHÖBER (R.), MEYER (H.). — Douglasien Provenienzversuche, II.
Allg. Forst-u-Jagdzt., 1956, **127**, 221-243.
 24. VAN VLOTEN (H.). — Ziekten en plagen. Een bijdrage voor de Douglas-dagen.
Ned. Bosb. Tijds., 1958, **30**, 5, 145-149.
 25. WEIR (L.-C.). — Effects of systemic-Antibiotics on Needle-Cast of Douglas Fir three years after application.
Can. Bi-Monthly Progr. Rep., sept.-oct. 1963.
 26. WICKER (E.-F.). — Effects of three Antibiotics on tree diseases and forest vegetation following aerial application to western white Pine Stands.
Plant. Dis. Rep., 1962, **45**, 9, 722-724.
 27. WILSON (M.), HAHN (G.-G.). — The history and distribution of *Phomopsis pseudotsugae* in Europe.
Phytopathology, 1929, **29**, II, 979-992.
-