Le Fomes annosus et la forêt française ou les enseignements du symposium d'Inverness

R. Moreau, René Schaeffer

► To cite this version:

R. Moreau, René Schaeffer. Le Fomes annosus et la forêt française ou les enseignements du symposium d'Inverness. *Revue forestière française*, 1962, 2, pp.105-118. 10.4267/2042/24440 . hal-03386351

HAL Id: hal-03386351

<https://hal.science/hal-03386351>

Submitted on 19 Oct 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LE FOMES ANNOSUS ET LA FORÊT FRANÇAISE OU LES ENSEIGNEMENTS DU SYMPOSIUM D'INVERNESS (MAI-JUIN 1960)

PAR

R. MOREAU

Ecole Nationale de Médecine et de Pharmacie, Besançon

et

R. SCHAEFFER

Ingénieur en Chef des Eaux et Forêts, Besançon

Il y a un peu plus d'un an (du 30 mai au 4 juin 1960), s'est tenu en Ecosse un Symposium International (F.A.O.), dont l'objet était l'étude du *Fomes* (= *Ungulina*) *annosus* et des moyens de lutte contre ce redoutable champignon, auteur de la « Maladie du Rond », qui affecte dangereusement tant de plantations résineuses. Notre contribution fut réduite au simple exposé de nos travaux personnels sur la question et de quelques idées sur les dégâts occasionnés par le *Fomes* dans les régions françaises que nous connaissons le mieux (R. M. et R. S., 1960), puisque le sujet n'avait pas fait jusqu'ici l'objet d'un travail d'ensemble, en France du moins. Actuellement cependant, un questionnaire* réalisé en collaboration avec la Station de Recherches et Expériences forestières de Nancy, est en cours de diffusion. Il nous a donc paru intéressant de revenir rapidement sur le Symposium écossais, d'en tirer quelques leçons et de livrer au lecteur des faits et réflexions sur les problèmes souvent encore mal connus, de lutte biologique, etc...

Ainsi, nous croyons préfacer utilement l'enquête qui s'ouvre.

* Questionnaire-Enquête joint à la NOTE TECHNIQUE FORESTIÈRE n° 3 : JACAMON (M.), LANIER (L.). — La « Maladie du Rond » due à *Ungulina annosa* (Fr.) Pat, mars 1961.

IMPORTANCE ÉCONOMIQUE DU *Fomes*. ESSENCES ATTEINTES.

Tous les pays du Nord et du Nord-Ouest de l'Europe signalent des dégâts importants qui peuvent être chiffrés de la façon suivante :

— perte en bois pourri ou fortement déprécié : 5 % de la production ;

— perte sur l'accroissement par suite de la pourriture des racines : 5 % ;

soit au total : 10 %.

Il nous a été impossible de fournir des indications sur les dégâts subis en France, puisqu'aucune enquête n'y avait encore été effectuée. Le pourcentage de perte est évidemment très variable selon les régions et surtout le mode de traitement (durée de révolution), mais pour les peuplements artificiels, il ne doit pas être éloigné des chiffres avancés plus haut.

D'un autre côté, le *Fomes*, en affaiblissant les peuplements, prépare le terrain aux différents scolytides. La relation entre parasites primaire et secondaire est facile à établir ici.

Sensibilité des différentes essences

De l'avis unanime des experts, le Pin Weymouth est le plus atteint et, en France, bien des plantations de cette essence dont la destruction est imputée à la Rouille vésiculeuse, sont en fait victimes du *Fomes*.

Viennent ensuite, par ordre de sensibilité décroissante : l'Épicéa (*Picea excelsa* et *P. sitchensis*) et le Mélèze d'Europe, le Mélèze du Japon, le *Tsuga heterophylla*, le Sapin, le Douglas, le Thuya géant, le Pin sylvestre, les Pins Laricio.

Le Sapin pectiné est considéré par certains comme indemne : ce n'est pas exact. Mais on doit remarquer que les plantations que nous connaissons comme touchées (et qui le sont fortement) sont rares et se situent toutes en dehors de l'aire naturelle de l'essence, et sur sol argileux (vérifié également sur le versant suisse du Jura).

Contrairement à l'Armillaire, ce Champignon n'est pas un parasite de faiblesse. Il est fréquent sur les arbres dominés ; mais ces arbres sont dominés parce qu'ils sont depuis longtemps privés par le Champignon d'une partie de leur système racinaire : c'est donc une fausse interprétation de dire qu'ils sont malades parce que dominés.

Une des révélations du Congrès d'Inverness a été l'indication de la précocité des attaques du *Fomes* en Grande-Bretagne : des plantations de moins de 20 ans, en pleine croissance, sont déjà irrémédiablement gâtées.

LE *Fomes* ET LE MILIEU

Examinons maintenant l'influence de différents facteurs du milieu sur le développement de la maladie.

Le *Fomes* et l'écologie des stations

1. — *Le climat.* En Scandinavie, on remarque que le *Fomes* fait davantage de dégâts sur la côte atlantique bien arrosée, que sur les rivages de la Baltique, plus secs. Peut-être l'humidité est-elle un facteur directement favorable au *Fomes*; dans quelles conditions le lessivage assez intense des bases du sol par les précipitations fortes peut-il jouer un rôle (cf. plus bas la question du pH)? On ne le sait encore exactement. Il ne paraît pas extraordinaire qu'un Champignon exige beaucoup d'eau pour se développer; mais il faut être prudent sur ce point, car l'Armillaire par exemple, n'est jamais aussi dangereux qu'en année très sèche, où les arbres souffrent et s'affaiblissent (années 1950 et 1959).

Le froid semble dans certains cas, être un facteur de développement pour le *Fomes* (cf. *Fomes* et milieu vivant).

2. — *Le sol.* Les sols sablonneux sont ceux où la maladie du Rond fait le plus de mal; viennent ensuite les sols argileux; les sols tourbeux sont reconnus indemnes.

Dans le Jura, la répartition des parcelles forestières atteintes semble des plus capricieuses; la nature du sol paraît être indifférente: on trouve le *Fomes* sur les sols argilo-calcaires plus ou moins profonds, sur les argiles oxfordiennes, mais il est inconnu dans les sols tourbeux. Si l'on examine de près la présence du *Fomes* dans les sols argileux du Jura, on est amené à distinguer trois cas:

- terrains modérément acides: pas d'attaque;
- terrains en pente, arrosés par des eaux chargées de calcaire provenant du haut des versants: attaque intense;
- terrains très acides envahis par la Molinie: très forte attaque.

En fait, le *Fomes* semble peu dangereux dans les sols de vieille forêt (cf. aussi, en altitude, *Polyporus borealis*), mais il cause de sérieux dégâts au-dessous de 700 mètres, dans les nouvelles forêts.

Dans le reste de la France, on constate que les régions où ce Champignon fait le plus de ravages, sont justement celles où le sol est le plus acide et le climat le plus froid (Vosges, Massif Central). Mais d'autres contrées, peuplées de Pins (*Pinus sylvestris*, *P. maritima*), souffrent également du *Fomes*: ce sont les Landes, la Sologne, à sol sablonneux et acide; là, il arrive souvent que les cendres d'un feu constituent un centre de diffusion pour la Maladie du Rond. C'est que le sol se trouve localement alcalin, condition également très mauvaise.

Le *Fomes* et le milieu vivant

Comme tout végétal, le *Fomes* est soumis de la part des autres êtres vivants à des actions innombrables contre lesquelles il réagit selon ses possibilités; celles-ci varient avec les conditions du milieu non vivant (eau, chaleur, acidité du sol).

L'un des facteurs limitants de la pourriture semble être *une acidité déterminée du sol*, non par elle-même, mais par l'aide qu'elle apporte à un certain nombre d'antagonistes de ce Champignon. Parmi ceux-ci, le principal, que l'on rencontre souvent dans les sols et dans les rhizosphères, est le *Trichoderma viride*, micro-Champignon qui libère des antibiotiques très puissants (gliotoxine, en particulier); mais ce Champignon ne semble vraiment actif qu'entre les pH 5 à 5,8. On cite d'autres Champignons antagonistes encore mal étudiés (*Penicillium*), dont l'optimum ne se situe pas forcément dans la même zone d'acidité; d'où très souvent une répartition déroutante du *Fomes*.

Quant aux tourbières, elles constituent un milieu anormalement acide, anaérobie, mais aussi riche en antibiotiques divers et puissants, ce qui explique la pauvreté relative de leur microflore.

Notons enfin que les attaques du *Fomes* ne se voient à peu près pas en montagne où existe sur l'Epicéa, le *Polyporus borealis* dont nous savons qu'il est l'antagoniste du *Fomes*.

Remarques sur les relations entre le sol, ses microorganismes et les plantes

Il peut paraître surprenant qu'un arbre de très grande taille comme l'Epicéa puisse être protégé par des microorganismes dont le diamètre ne dépasse pas quelques microns. L'étude des relations entre la microflore du sol et les plantes supérieures rend pourtant cette affirmation parfaitement vraisemblable, et les curieux phénomènes dont on possède une connaissance de plus en plus nette, méritent qu'on les examine quelques instants.

On peut facilement comparer une forêt, même bien policée, à une jungle dans laquelle les petits ne sont pas toujours les moins puissants. A notre échelle existent deux « grands » : le sol et les végétaux supérieurs. Un « tiers-monde » sert d'intermédiaire : celui des microorganismes, dont l'échelle est bien inférieure, mais l'importance égale à celle des précédents. Plantes et microorganismes vivent; ils excrètent des substances « qui ne leur servent pas ». Morts, ces organismes, quelle que soit leur taille, se décomposent : leur substance se fragmente en molécules plus petites. Les microorganismes — qui vivent en contact permanent avec le sol (ils sont très souvent adsorbés à la surface des particules organiques ou minérales) — et les plantes supérieures — qui puisent en partie

leur substance dans le sol — subissent obligatoirement l'action de ces « injections organiques » dans le sol. Selon les caractères propres des espèces touchées et la structure de chaque substance, les effets seront favorables ou non, parfois indifférents.

Qu'allons-nous constater? Quelles seront les conséquences?

1^o les substances libérées sont à effets favorables: on peut les appeler alors: *substances de croissance*. Ce sont des vitamines, mais aussi souvent des corps bien différents des vitamines « classiques ». Dans les litières, on trouve couramment des vitamines du groupe B.

2^o les effets sont défavorables: il s'agit des *antibiotiques* (1). Il s'agira aussi bien de substances telles que la pénicilline ou la streptomycine, sécrétées par des microorganismes, que d'autres, souvent mal définies, libérées par les racines vivantes ou des organes en décomposition de végétaux supérieurs.

Comment agissent les antibiotiques? Ils sont:

ou *bactériostatiques*: le développement du germe inhibé est seulement stoppé;

ou *bactéricides*: ils tuent l'adversaire;

ou *bactériolytiques*: ils lysent (c'est-à-dire détruisent) les cellules opposées.

Au laboratoire, on met assez facilement ces actions en évidence: dans une boîte de Petri et sur un milieu favorable, on cultive face à face deux antagonistes (fig. 1). Le germe actif, sans parfois se développer beaucoup, sécrète des antibiotiques qui diffusent dans le milieu et stoppent plus ou moins nettement la croissance de l'adversaire. La figure montre particulièrement bien ce phénomène: la culture de *Fomes* paraît stoppée net, comme d'un coup de rasoir.

Il faut ajouter aussi que la présence ou l'absence (ou le degré de développement) d'un germe dans le sol, ne se règlent pas uniquement à coup d'antibiotiques. Les problèmes de nourriture sont aussi essentiels et l'antagonisme s'exerce également (et le plus souvent d'abord) sur ce plan: le microorganisme dont le taux de croissance est le plus élevé tendra à l'emporter sur les autres.

D'un point de vue pratique, il est possible de trouver des explications à de nombreux problèmes en faisant intervenir les notions précédentes. Par exemple:

— la régénération défectueuse d'une forêt peut-être due à une auto-intoxication de son sol; une alternance d'essences, au même

(1) Nos définitions sont assez « grossières », mais parlantes. Dans un travail plus précis, elles demanderaient quelques compléments.

phénomène, mais dans ce cas, la substance toxique pour l'un, est favorable ou indifférente pour une autre essence qui peut alors s'installer.

FIG. 1.

Phénomène d'antagonisme entre un Champignon antibiotique et le *Fomes annosus*.

La colonie centrale est antibiotique pour le *Fomes* (tapis périphérique blanchâtre) et en stoppe net le développement.

Cliché J. GREMMEN (Wageningen).

— l'action peut être indirecte: une substance toxique est capable de transformer les équilibres d'une microflore; en éliminant des germes favorables et en laissant s'installer des microorganismes pathogènes, elle peut amener l'élimination des semis d'une essence donnée. Dans cet ordre d'idées, nous avons montré que le *Trichoderma viride* est beaucoup plus abondant autour des racines de l'Epicéa sain que de l'Epicéa attaqué par le *Fomes*.

La lecture de ces quelques lignes fait mieux comprendre à quoi ressemble l'état d'équilibre sol-microflore-végétation et aussi com-

ment en modifiant une donnée quelconque, on arrive à jouer sur tout le reste: on peut contrôler biologiquement une maladie, voire même faire intervenir des microorganismes antibiotiques, modifier le milieu, etc..., donc en utilisant les ressources de la phytopathologie, mener une lutte biologique.

Dans ce domaine cependant, il est nécessaire d'agir toujours très prudemment: en modifiant d'une façon par trop légère des équilibres déterminés, même si ceux-ci sont assez peu favorables de notre point de vue, il se peut que l'on crée, sans le vouloir, une situation plus catastrophique. Les exemples ne manquent pas: en détruisant l'*Armillariella mellea* au formol, on favorise bien le *Trichoderma viride*, mais aussi un *Pythium* pathogène qui est, comme par hasard, insensible aux antibiotiques sécrétés par le *Trichoderma*. De même, dans le Michigan, on a voulu détruire l'agent d'une Gale (un *Streptomyces*) par l'emploi de composés mercuriels: les dommages de la Gale s'accrurent, car il se trouvait que dans le sol vivait une race de *Streptomyces* exceptionnellement résistante au mercure, alors que tout le reste de la micropopulation du sol périt.

Les leçons dans le cas du Fomes

L'exposé précédent nous a fait comprendre qu'une action ne peut être entreprise qu'après une étude minutieuse des conditions écologiques et biologiques du milieu. Il faut donc élucider tous les points particuliers de la biologie du *Fomes* et de ses antagonistes.

Dans des publications précédentes (R.M. et R.S., 1959 a et b), nous avons résumé certains travaux sur la biologie du *Fomes* et du *Trichoderma*. On a vu en particulier que l'un et l'autre ont des pH optimum voisins, des températures favorables différentes, etc... On sait par exemple, que le *Fomes* est toujours inhibé par le *Trichoderma viride* à 22° C, mais qu'aux basses températures (0°, 5°, 12° C), l'inverse est parfois vrai. On sait aussi que le *Fomes* ne vit pas en présence du *Polyporus borealis*. Les chercheurs ont découvert d'autres germes antagonistes: ainsi, GREMMEN (1960) a isolé et étudié deux Ascomycètes qui montrent une remarquable inhibition à l'encontre du mycélium de *Fomes*.

La question de la répartition des germes antagonistes, donc de leur écologie, est également essentielle, bien que nos connaissances sur ce sujet soient encore trop limitées.

Prenons seulement le cas du *Trichoderma viride*. C'est un micro-Champignon très courant dans les sols acides et particulièrement forestiers, mais probablement à des degrés divers. On le rencontre aussi bien dans des sols de forêts que dans des landes à *Calluna*,

des alluvions de torrents (neutres) ou des humus d'altitude. Une mise au point écologique serait à faire sur la dissémination du *Trichoderma*, à partir des travaux de chercheurs comme RENNERFELT, RISHBETH, etc..., qui se sont intéressés particulièrement aux rapports antagonistes entre *Fomes* et *Trichoderma*.

Nous nous contenterons de donner ici deux exemples. L'un nous a été fourni par Miss M. HENDERSON, du Macaulay Research Institute (Aberdeen, Ecosse), qui a bien voulu nous communiquer quelques résultats de ses isoléments de Champignons du sol :

ESSENCES DOMINANTES	SOL	CHAMPIGNONS ISOLÉS (les genres dominants sont soulignés)	NOMBRE DE CHAMPIGNONS par g. de terre
Forêt de Pin sylvestre	Litière	<u>Espèce non identifiée n° 1,</u> <u>Trichoderma, Penicillium</u>	617 000
	Humus	<u>Trichoderma, Penicillium</u>	805 000
	Sable	<u>Penicillium</u>	30 000
Pins de Corse	Litière	<u>Trichoderma</u> , Esp. non ident. n° 1 <u>Mucor.</u>	761 000
	Humus	<u>Penicillium</u> , <u>Mucor</u> , <u>Trichoderma</u>	907 000
	Sable	<u>Penicillium</u>	18 000
Bouleaux	Litière	<u>Penicillium</u> , <u>Trichoderma</u>	3 482 000
	Humus	<u>Penicillium</u> , <u>Mucor</u>	761 000
	Sable	<u>Penicillium</u> , <u>Mucor</u>	22 000
Hêtres		<u>Penicillium</u> , <u>Trichoderma</u>	54 900
<u>Calluna</u>		<u>Penicillium</u> , <u>Trichoderma</u>	91 000

Par contre, d'autres sols (sous *Calluna*, *Ulex*, *Agrostis* et *Festuca*), des terrains marécageux (sous *Calluna*, une tourbière), un sol de pâture, un sol sous Fougère Aigle, des dunes à *Ammophila*, ou encore des sols de jardin ou de culture, ne contenaient pas de *Trichoderma*, mais à peu près toujours des *Penicillium*.

Dans tous les cas étudiés par M. HENDERSON, les *Trichoderma* paraissent donc limités aux sols forestiers et à quelques sols acides.

Qu'en est-il dans les sols que nous avons étudiés nous-mêmes? Nous citerons ici des comptages de Champignons faits dans des sols de feuillus, de résineux et de friches jurassiens:

Localités	Essences ou espèces dominantes	Substratum	Champignons dominants (les genres dominants sont soulignés)	<i>Trichoderma viride</i> (% du nombre total de colonies isolées (1))
Osse (3) (Doubs)	Epiceas de 55 ans indemnes	Oxfordien recouvert d'argile à chailles	<i>Penicillium</i> et <i>Trichoderma</i>	23,3 %
Bouclans (id.) (2)	a) Epiceas légèrement atteints	Rendzine sur argile de décalcification	<i>Penicillium</i> , <i>Trichoderma</i>	38,4 %
	b) Taillis-sous-futaie, chêne pédonculé, charme		<i>Penicillium</i>	9,4 %
La Villedieu (2) (id.)	Epiceas de 70 ans très atteints	Doline avec argile de décalcification	<i>Penicillium</i>	2,7 %
Dammartin (id.)	a) Molinie	Argile oxfordienne	<i>Trichoderma</i> , <i>Mortierella</i>	51,8 %
	b) Epiceas de 60 ans	id.	Prédominance presque exclusive de <i>Mucorales</i> ; pas d'isolement de <i>Trichoderma</i>	
Nancray (id.)	a) Friche à Brachypode	Argilo-calcaire	<i>Trichoderma</i> , <i>Penicillium</i>	24,5 %
	b) Epiceas de 27 ans	id.	id.	33,4 %
Bretigney (id.)	Champ	Argile à chailles	<i>Penicillium</i>	13,1 %

1) Note: Ces chiffres appellent les réserves habituelles faites lors des comptages de Champignons, en microbiologie des sols.

2) Dans les rhizosphères des arbres attaqués, les % de *Penicillium* et *Trichoderma* diminuent aussi très fortement.

3) Les résultats concernant Osse, Bouclans et la Villedieu sont extraits de R. S. et R. M., 1959.

Ajoutons que, au cours d'autres recherches, nous avons isolé le *Trichoderma viride*:

— d'un sol de jardin, à Besançon (en petite quantité);

— de divers sols de sapinières (W. MALISZEWSKA et R. MOREAU, 1960) ;

— de sols d'alluvions (ou d'éboulis) colonisés par la végétation, mais à des stades presque forestiers, il est vrai.

Dans de nombreux cas, il s'agit de sols acides : les *Trichoderma* ne semblent y exister parfois qu'en faible quantité et des coïncidences apparaissent avec l'état d'avancement de la maladie. Pour d'autres sols, sur lesquels on sait que le *Fomes* frappe assez sûrement, on pourrait s'attendre, si le *Trichoderma* est véritablement le remède, à ce que ce dernier y soit rare ; or, ce n'est pas toujours le cas.

Que faut-il en penser ? Essentiellement que nous sommes loin de tout savoir et qu'il faut réitérer ici des conseils de prudence pour l'étude et l'interprétation de faits de ce genre. Toutefois, une explication peut être donnée : dans des sols très acides — à Molinie, par exemple — le *Trichoderma* peut vivre *mais il ne produira pas forcément d'antibiotiques* si le pH est trop bas, comme c'est d'ailleurs le cas. Le *Fomes* peut alors se développer sans entraves. De plus, dans certaines conditions, il est lui-même antibiotique pour le *Trichoderma*. Il apparaît donc que le *Fomes* pourra s'installer très facilement dans une jeune plantation établie sur une ancienne lande à Molinie, par exemple.

En définitive, le biologiste devra chercher à éclaircir minutieusement tous les points délicats de la biologie des organismes en présence, parfois même pour chaque situation écologique donnée. Ensuite, il pourra s'attaquer à la maladie, dans le plus grand respect des équilibres existants, c'est-à-dire avec le moindre mal pour « la nature ». D'un point de vue pratique, nous verrons plus loin quelles conclusions peuvent être tirées actuellement.

L'action de l'homme

Une place à part doit être faite à l'action de l'homme dans l'étude du milieu vivant. Son activité s'y exerce de plusieurs façons :

1° *plantations de terrains abandonnés par la culture* : de l'avis de tous, ce sont ceux où le *Fomes* fait le plus de mal : il s'agit de sols soit pauvres en Champignons — de ceux précisément qui ont pour mission de contrôler l'expansion du parasite —, soit, si ces derniers y existent, parce que l'acidité n'est pas comprise dans la fourchette favorable à la production de gliotoxine, par exemple.

2° *plantations de résineux sur coupe de résineux déjà atteints* : c'est là une imprudence grave, dont la sanction est rapide.

3° *coupes d'éclaircie* : une notion très répandue dans les milieux anglo-saxons et qui a, semble-t-il, échappé jusqu'ici aux forestiers français, c'est que la coupe d'éclaircie amène un développement fou-

droyant du *Fomes*. L'explication est la suivante : un foyer proche répand dans le vent des spores de ce Basidiomycète ; si celles-ci tombent sur une souche fraîchement coupée (plus il y en a, plus la contamination est aisée), le parasite gagne le système racinaire de l'arbre exploité, puis les racines vivantes avec lesquelles le défunt s'était anastomosé. Ce mode de contamination serait extrêmement rapide. On établit la valeur de cette explication en badigeonnant à la créosote une place d'expérience contiguë à une surface non traitée : au bout de quelques années, on coupe à blanc et on compte les souches tachées.

D'autres produits que la créosote ont été essayés avec succès (arsénite de soude, sulfate de cuivre, lait de chaux, etc...). On a même expérimenté la lutte biologique en utilisant l'antagonisme du *Fomes* et d'un autre Champignon saprophyte (un *Peniophora*) que l'on inoculait aux souches fraîches pour empêcher les spores du *Fomes* de germer. Un pareil traitement ne coûterait, travail compris, que 30 NF par hectare.

4° *apport de cendres en forêt* : tout le monde sait que les feux en forêt sont souvent à l'origine de foyers d'infection par le *Fomes*. L'explication en est simple : les cendres alcalines remontant le pH bien au-dessus de 5,8, favorisent le *Fomes* qui, une fois lancé, gagne en rond tout autour surtout si, hors de la place à feu, le pH est inférieur à 5.

5° *mélange des essences* : l'influence du mélange des essences a été signalée par un congressiste danois ; il y a plus de trente ans déjà, un forestier suisse éminent, BOREL, recommandait la création d'un sous-étage de Hêtre dans les pessières pures pour éviter la pourriture du pied. Selon toute vraisemblance, ce mélange de litières favorise l'installation d'une microflore beaucoup plus variée, comptant des Champignons antagonistes du *Fomes*.

REMÈDES PROPOSÉS

Les moyens de lutte préconisés sont, en gros, de deux sortes :

1° ils visent à gêner la dissémination du *Fomes* ;

2° ils font appel aux procédés de lutte biologique, en suscitant au parasite un ou plusieurs adversaires qui le neutraliseraient.

Sans mépriser les premiers, nous nous rangeons résolument parmi les partisans des seconds, à la suite des chercheurs anglo-saxons ou scandinaves (RISHBETH, RENNERFELT). Nos recherches personnelles nous ont permis de vérifier l'exactitude des thèses des biologistes cités plus haut. Nous avons vu que d'autres chercheurs, comme le Hollandais GREMMEN, œuvrent dans le même sens.

Il nous paraît indispensable, avant tout, de suivre le processus d'invasion d'un peuplement artificiel par le *Fomes* d'une part, par ses antagonistes d'autre part. *Là est pour nous le nœud du problème.*

Mais dès maintenant, on peut tenter différents remèdes basés sur nos connaissances actuelles de la biologie du *Fomes*.

Il y aurait lieu tout d'abord, de chercher à *retarder l'époque de l'infection*, en apportant au moment de la plantation un amendement ou un engrais de nature à placer le pH du sol entourant le jeune plant dans la zone d'acidité égale à 5-5,8, c'est-à-dire en acidifiant les sols calcaires ou en neutralisant partiellement l'excès d'acidité. Dans le premier cas, on emploierait des superphosphates, de la sylvinite, dans le second des phosphates ou du calcaire moulu (indépendamment des autres engrais reconnus nécessaires). On éviterait d'utiliser des engrais dont l'effet risquerait d'être excessif, comme les scories, à réaction trop nettement alcaline.

Si l'on épargne aux boisements en sol calcaire une contamination précoce, on peut espérer que l'acidification qui suit normalement la formation d'une litière un peu épaisse, maintiendra le pH à un niveau inférieur à 5,8, donc dans la zone de sécurité.

Une deuxième mesure utile et peu dangereuse consisterait à *sui-ivre l'évolution du marché*: nous voulons dire par là que la production de très petits bois (perches d'échafaudage, bois de mine) présente de moins en moins d'intérêt en raison de la perte des débouchés. On se demande alors pourquoi le forestier continue à planter à une si forte densité: il se trouve obligé de pratiquer des éclaircies à peine payantes qui, par la production de nombreuses souches, ouvrent la porte à l'infection par le *Fomes*.

Autrement dit, dans les régions où celui-ci est dangereux, il faut planter peu serré et éclaircir tard. Après quoi, évidemment, il faut aussi réduire l'âge d'exploitabilité.

Le troisième traitement préconisé est celui du *badigeonnage des souches* avec un produit antiseptique peu coûteux; si réellement le prix de l'opération ne dépasse pas 2 livres sterling par hectare, celle-ci n'est pas très onéreuse et doit de révéler payante.

Enfin, une mesure, aléatoire celle-là, puisque jusqu'ici aucune étude sérieuse n'a été réalisée en ce domaine, serait l'utilisation de plants bien mycorrhizés dans les reboisements de terrains nus, donc dépourvus de toute microflore fongique forestière. Pour le moment, on ignore quel est exactement le Champignon qui manque pour bloquer le *Fomes*. De fortes présomptions jouent en faveur du *Trichoderma*, micro-champignon assez banal que l'on trouve dans de nombreuses rhizosphères — en particulier du Sapin et de l'Epicéa — et dont les sécrétions antibiotiques sont arrêtées par des pH défavorables. Mais en admettant que ce Champignon — et d'autres sans

doute — soit le *remède*, cela n'explique pas la *maladie* et en particulier, l'*accident biologique* qui, dans la vie de l'arbre, permet l'invasion par le parasite. On ne risquerait donc rien, *en tout cas*, à *ensemencer systématiquement* une pépinière avec du sol de vieille forêt indemne de *Fomes*, dans l'espoir de provoquer une symbiose mycorrhizique ou l'établissement d'une rhizosphère qui assureraient la protection des jeunes plants.

Il ne s'agit pas là d'ailleurs d'une vue de l'esprit puisque d'observation maintenant courante, il semble impossible, au laboratoire, de cultiver le *Fomes* sur une litière ou un humus non stérilisés, alors que l'opération est aisée sur sol stérile. Un chiffre d'ailleurs : un auteur scandinave a isolé d'un terreau de forêt indemne de la maladie du Rond, 302 organismes dont 37 % étaient antibiotiques pour le *Fomes*; cette proportion tombait à 25 % dans un sol contaminé par la maladie. GREMMEN, d'autre part, a isolé des Ascomycètes qui font preuve d'une belle agressivité contre le *Fomes*, etc...

Un point enfin qui nous paraît capital, encore qu'assez obscur jusqu'à présent, est le mode et l'époque de contamination du jeune résineux : on pense que des sujets de 5 ans peuvent être atteints. C'est une raison supplémentaire pour retarder au maximum les possibilités d'installation du *Fomes* sur un terrain.

A ce propos, nous signalons le danger des études biologiques faites avec des sujets obtenus par des « semis » sur milieux stériles : ces individus n'ont pas les réactions de défense d'un plant muni d'une rhizosphère et, à *fortiori*, d'un plant mycorrhizé. Un jeune arbre démuné de son cortège microbiologique n'a aucun des moyens de lutte contre les agressions, qu'il s'agisse de poisons minéraux ou végétaux, dont il devrait disposer, pas plus qu'il ne peut attaquer les matières nutritives qui l'entourent : c'est un enfant élevé en couveuse et au biberon. Il faudrait tenir compte de ces données si l'on veut un jour étudier sérieusement la genèse de cette maladie.

EN GUISE DE CONCLUSION

Nous n'hésiterons pas, pour notre part, à attribuer à l'énorme extension des peuplements artificiels en Ecosse, loin de toute forêt naturelle et sans introduction concomitante de Champignons antagonistes du *Fomes*, les développements très inquiétants de ce parasite. Nous redoutons que les grands reboisements français créés dans des conditions semblables ne souffrent du même mal dans un avenir assez rapproché, spécialement sur les terrains naturellement acides, où l'accumulation de litière abaissera encore le pH créant ainsi des conditions idéales pour la multiplication des dégâts. Une étude très précise de la maladie s'impose donc à brève échéance.

BIBLIOGRAPHIE

I. Travaux présentés à: *Fomes* Study Conference,
Scotland 1960 (I.U.F.R.O., section 24)

1. BIER, J.E. — *Fomes annosus* root rot in the coastal region of British Columbia.
2. BOYCE, J.S. (Jr.). — *Fomes annosus* in Southeastern United States.
3. BRAUN, H.J. — Résumé des travaux suivants:
 - a) Untersuchungen über den Wurzelschwamm *Fomes annosus* (Fr.) Cooke. *Forstw. Cbl.*, 77, Jg, 1958, 3/4, 65-88.
 - b) Zur Frage der Infektion von Schäl- und Schürfwunden durch den Wurzelschwamm *Fomes annosus* (Fr.) Cooke (*Trametes radici perda* Hartig) *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, 131 Jg (1960), 67-68.
4. FOWLER, M.E. — *Fomes annosus* in Northeastern United States.
5. GREMMEN, J. — Are there possibilities for the future to combat the Root rot fungus in stump and roots by antagonists?
6. JORGENSEN, E. — *Fomes annosus* in Canada with particular reference to its occurrence in Ontario.
7. JORGENSEN, E. — *Fomes* root rot investigations in Ontario.
8. LOW, J.D. et GLADMAN, R.J. — Present-day research on *Fomes annosus* in Britain by the Forestry Commission.
9. LOW, J.D. et GLADMAN, R.J. — Butt-rot of Conifers in Scotland. A brief account of its distribution and occurrence.
10. LOW, J.D. et GLADMAN, R.J. — Spore sampling of *Fomes annosus*. Observations made during Butt-rot survey work, 1957-1960.
11. MOREAU, R. et SCHAEFFER, R. — Le *Fomes annosus* dans le Jura Français.
12. MURRAY, J.S. — *Fomes annosus*, its importance in Britain.
13. MURRAY, J.S. — International Cooperation in research on *Fomes annosus*.
14. RISHBETH, J. — Stump protection against *Fomes annosus*.
15. ROLL-HANSEN, F. — A few words on *Fomes annosus* in Norway.
16. YDE-ANDERSON, A. — Observations on fungi causing Root- and Heart rot in Conifers in Denmark.

II. Autres références citées ici.

17. HENDERSON, M. (1958). — Lettre personnelle.
18. MALIZEWSKA, W. et MOREAU, R. (1961). — A study of the fungal microflora in the rhizosphere of fir (*Abies alba* Mill.), in *The Ecology of Soil Fungi*, p. 209-218. Liverpool Univ. Press.
19. MOREAU, R. et SCHAEFFER, R. (1959 a). — De la Maladie du Rond et des moyens de lutter contre elle. *B.S.F.F.C.*, 29, 8, p. 436-442.
20. MOREAU, R. et SCHAEFFER, R. (1959 b). — Sur la Maladie du Rond dans les pessières jurassiennes. *Ann. Scient. Univ. Besançon*, 2^e S., Médecine et Pharmacie, 3, p. 112-120.