

## Contribution à la connaissance de l'étiologie de la maladie de l'écorce du hêtre.

### II. — Etude expérimentale de l'association *Cryptococcus fagisuga* Lind-*Nectria coccinea* (Pers ex Fries) Fries, Rôle respectif des deux organismes

R. PERRIN

Laboratoire de Pathologie forestière,  
\* Centre national de Recherches forestières, I.N.R.A.  
Champenoux 54280, Seichamps, France

---

#### Résumé

L'apport journalier d'ascospores de *Nectria coccinea*, d'octobre à juin, sur des portions d'écorce infestées de cochenilles, démontre que le champignon profite de la présence de *C. fagisuga* pour pénétrer dans l'écorce. *Nectria coccinea*, est introduit artificiellement (piqûre), dans des portions d'écorces supportant des infestations variables de cochenilles ; il induit une nécrose qui est d'autant plus développée que les colonies de cochenilles sont plus nombreuses. L'élimination de la cochenille conduit à l'arrêt du développement et à un début de cicatrisation des lésions récemment apparues dues à *N. coccinea*. Enfin, un traitement mixte insecticide fongicide protège efficacement les portions traitées.

---

#### I. — Introduction

Les études antérieures menées dans les hêtraies de Haute Normandie, de Picardie, et du Nord-Est de la France, ont révélé la place privilégiée de *Nectria coccinea* (Pers ex Fries) Fries dans la mycoflore associée à la nécrose corticale apparaissant à la suite des pullulations de la cochenille du hêtre, *Cryptococcus fagisuga* Lind (Perrin, 1979). *Nectria coccinea* est le seul micro-organisme présent dans les tissus corticaux en périphérie de la lésion. Ces observations rejoignent celles d'Ehrlich, en Amérique du Nord (1934), et de Parker (1974) en Angleterre.

De plus, les inoculations artificielles réalisées à partir d'une blessure avec *Nectria coccinea* montre sa capacité à induire une nécrose d'un développement cependant limité. Le symptôme obtenu diffère avec l'âge, du chancre typique chez les jeunes sujets, on passe à une nécrose corticale suintante non limitée par une assise cicatricielle chez les hêtres adultes. La pérennité de ces nécroses ainsi que leur extension dépen-

dent de la densité des colonies de cochenilles. Les résultats expérimentaux, récemment obtenus par Lonsdale (1980) en Angleterre, vont dans le même sens. Enfin, on rencontre, dans la plupart des hêtraies françaises, une faible proportion de hêtres souffrant d'une plaie chancreuse du tronc correspondant à la seule action de *N. coccinea*.

Ces observations suggèrent fortement, une association spécifique entre *C. fagisuga* et *N. coccinea*, où la cochenille apporte une aide déterminante à l'activité destructrice de *N. coccinea*.

Nous avons donc entrepris une étude expérimentale des relations entre *C. fagisuga* et *N. coccinea*.

## II. — Etude expérimentale de l'Association *C. fagisuga* et *N. coccinea*

Une première expérience se proposait de répondre à la question encore controversée : la cochenille offre-t-elle une voie de pénétration dans l'écorce pour *N. coccinea* ?

### 1. — Relation entre *C. fagisuga* et l'infection de l'écorce du hêtre par *N. coccinea*

#### 1.1. — Matériel et méthode (fig. 1).

En forêt d'Amance (Meurthe-et-Moselle), les pullulations de la cochenille n'atteignent qu'un nombre d'arbres limité. Parmi ceux-ci, nous avons choisi deux arbres, sans infection même récente, due à *N. coccinea*, où la densité des colonies de *C. fagisuga* correspond à la note 3-4 (échelle E. J. Parker). La croissance de l'arbre en diamètre est mesurée à l'aide de ruban dendromètre. Entre le 28.10.76 et le 30.06.77, nous avons apporté chaque jour des ascospores de *N. coccinea* sur une portion d'écorce, différente d'une semaine à l'autre, délimitée par trois épingles, selon le processus suivant :

— Prélèvement des périthèces de *N. coccinea*, 24 h à l'avance, sur l'écorce d'un hêtre dépérissant.

— Déclenchement de la projection des ascospores en chambre humide. Les ascospores récoltées dans de l'eau stérile, débutent leur germination après 24 h.

— Pulvérisation des ascospores prégermées, sur la portion d'écorce infestée de cochenille, dont la moitié droite a été brossée pour éliminer l'insecte.

#### 1.2. — Résultats.

Huit portions d'écorces, parmi les vingt-six traitées, présentent une nécrose corticale extériorisée par deux types de symptômes :

— Une coloration rougeâtre correspondant à une nécrose n'atteignant pas le cambium.

— Un suintement ponctuel trahissant une nécrose allant jusqu'au cambium.

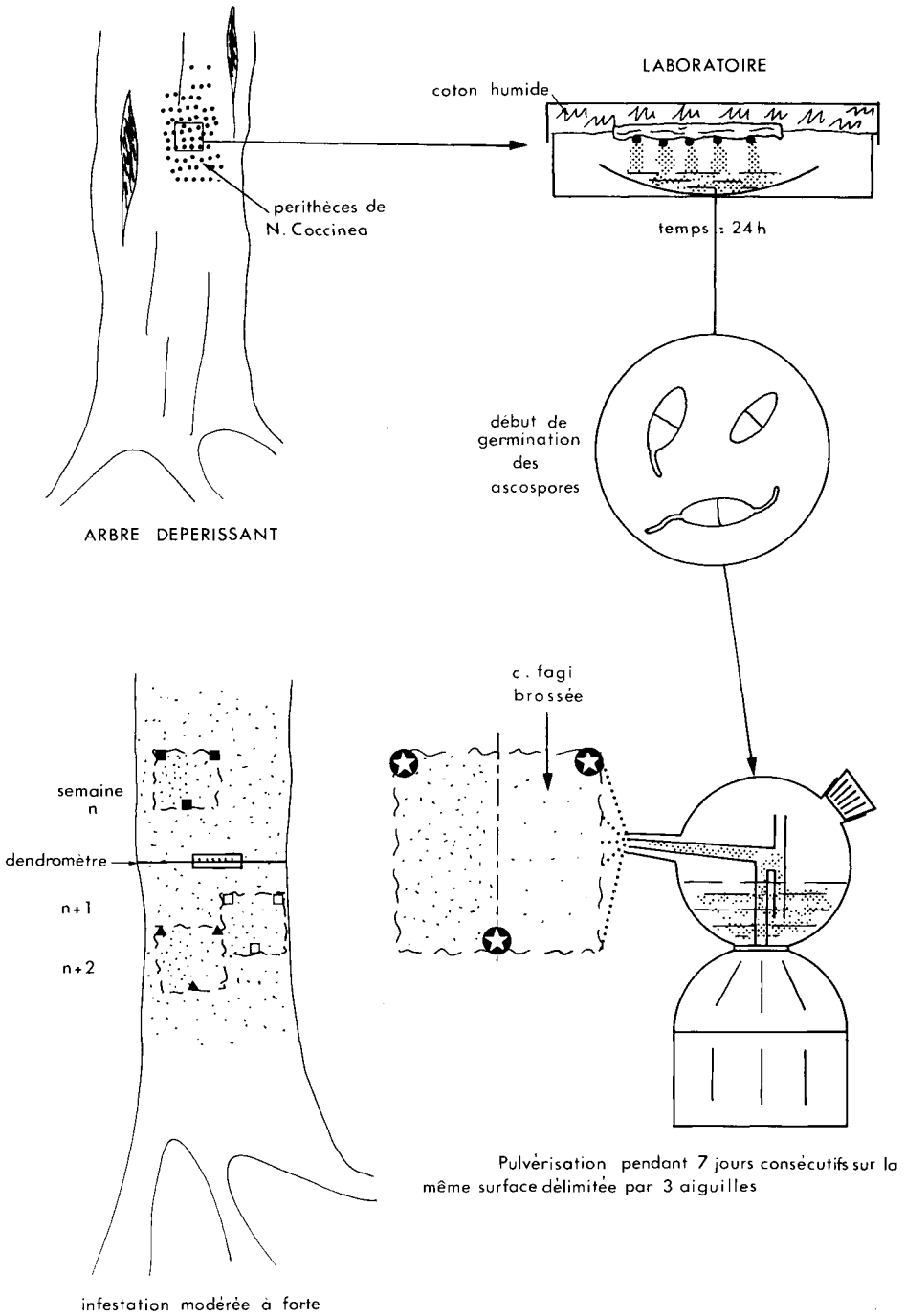


FIG. 1. — Etude expérimentale de l'infection par *N. coccinea* d'une écorce infestée de cochenille. Experimental study of *N. coccinea* infection of previously *C. fagisuga* infested bark.

*Périodes favorables à l'infection par N. coccinea de l'écorce infestée de cochenilles*

Période	Température moyenne (°C)	Pluviosité moyenne (mm)
28.10 au 5.11	4	22,4
9.11 au 12.11	1,35	21,25
16.11 au 19.11	0,12	3
23.11 au 26.11	-2,7	0
14.03 au 17.03	10	17
18.04 au 22.04	9,12	0,4
31.05 au 3.06	12	0
6.06 au 10.06	14,9	5,8

(<sup>1</sup>) Période de croissance de l'arbre en diamètre.

Les prélèvements d'écorce réalisés en novembre 1977, révèlent la présence de *N. coccinea* dans les tissus altérés.

### 1.3. — Discussion.

Les résultats de cette expérience, démontrent que la présence de la cochenille fournit à *N. coccinea*, un moyen de pénétrer dans l'écorce du hêtre. Les variations importantes des facteurs intervenant dans la réussite de l'infection (nombre et pourcentage de germination des spores, température, humidité atmosphérique) ne permettent pas de déterminer les conditions favorables, ni de préciser davantage les modalités de la pénétration. Celle-ci intervient indifféremment en présence ou en l'absence de cochenille, rendant peu vraisemblable une intervention active de l'insecte. Des infections ont lieu lors de la période où débute la croissance en diamètre. Les tensions qui en résultent, conduisent à la formation de microfissures qui pourraient être mises à profit par le champignon, avant la mise en place d'une assise cicatricielle.

## 2. — Influence de *C. fagisuga* sur l'évolution de la nécrose due à *N. coccinea*

### 2.1. — Evolution d'une nécrose induite artificiellement en liaison avec le degré d'infestation par la cochenille.

#### 2.11. Matériel et méthode (fig. 2).

Fin mars 1977, cinq arbres, âgés de 80-90 ans, porteurs d'abondantes populations de cochenilles, sur une face de leur tronc, ont été choisis en forêt d'Amance (M.-et-M.). *Nectria coccinea* est apporté sous forme mycélienne (marge d'une culture sur malt agar) au niveau d'une blessure de l'écorce pratiquée à l'aide d'une fine aiguille (minutie). Protégé par un morceau de coton imbibé d'eau stérile, pour ralentir la dessiccation, l'inoculum est maintenu plaqué contre l'écorce à l'aide d'un film plastique pendant une à deux semaines. L'inoculation a été répétée deux à trois fois, sur la face du tronc fortement infestée (note 4 ou 5 — échelle E. J. Parker), et une fois là où la cochenille est absente ou peu fréquente (note 0 à 1) sur le même arbre.

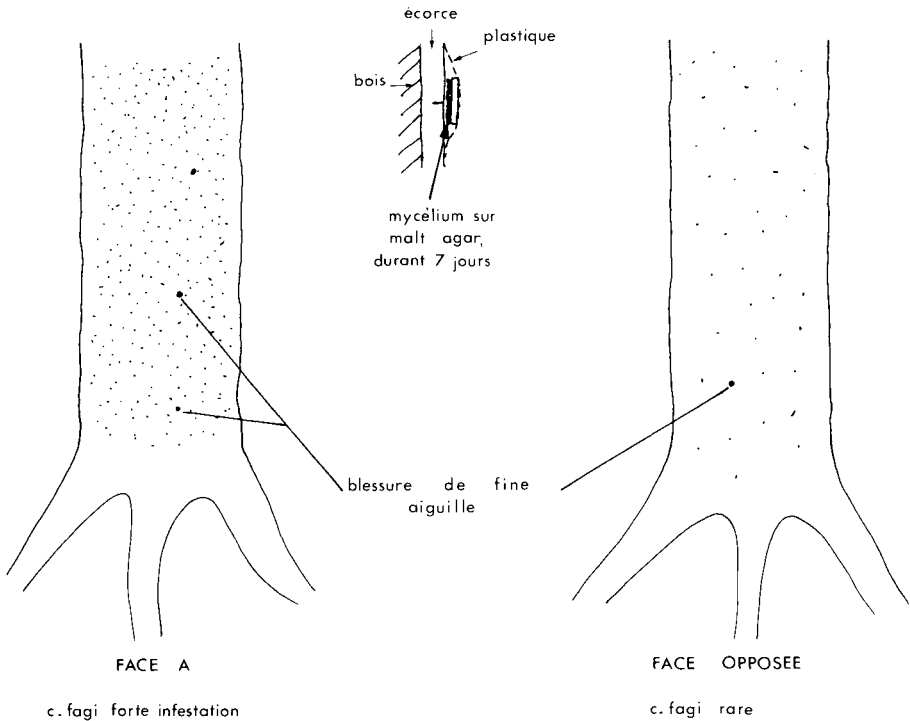


FIG. 2. — Inoculation artificielle de *N. coccinea* en relation avec le degré d'infestation de cochenille.  
Wound inoculation experiment of *N. coccinea* in relation with infestation score of *C. fagisuga*.

### 2.12. Résultats.

Dans tous les cas où *C. fagisuga* est rare ou absente, la nécrose des tissus corticaux, révélée par une zone rougeâtre en légère dépression, est peu étendue, ne dépassant jamais 2 cm<sup>2</sup>. Au contraire, là où l'écorce héberge de nombreuses cochenilles, et lorsque l'inoculation est réussie (80 p. 100 des cas), la lésion progresse rapidement, atteignant des surfaces de plusieurs dm<sup>2</sup>, s'extériorisant par une moindre densité de colonies de *C. fagisuga*, dans une zone où les tissus altérés interdisent sa survie. La coalescence de certaines lésions a provoqué la mort de larges portions d'écorces, sur lesquelles on a vu apparaître les sporodochies du stade imparfait *Cylindrocarpon candidum*, puis après 1 à 2 ans les périthèces de *N. coccinea*.

### 2.2. — Evolution de nécroses naturelles en liaison avec la cochenille.

#### 2.2.1. Matériel et méthode.

A l'automne 1977, et au printemps 1978, quatre arbres dispersés dans la forêt d'Amance, présentant des suintements récemment apparus sur des écorces fortement infestées par la cochenille, ont été retenus pour cette expérience.



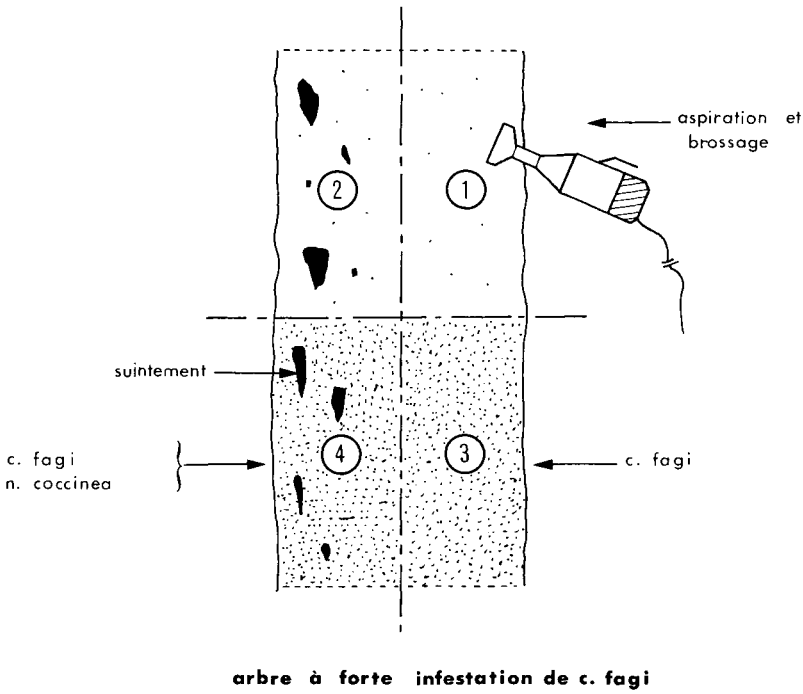
*Suintement survenant quelques mois après l'infection expérimentale provoquée par pulvérisation d'ascospores de Nectria coccinea sur une écorce infestée de cochenilles.*  
*Slime flux occurring a few months after artificial infection of Nectria coccinea, after ascospores pulvérisation on bark infested with beech scale*

*Cryptococcus fagisuga* a été éliminée par place, à l'aide d'un aspirateur muni d'une brosse, et fonctionnant grâce à une batterie 12 V. A la suite de cette intervention, l'écorce du même arbre se trouvait dans 4 situations différentes (fig. 3) :

1. — Pas de cochenille, ni de nécrose.
2. — Nécroses récentes, sans cochenille.
3. — Nombreuses cochenilles, sans nécrose.
4. — Nécrose récemment apparues et cochenilles abondantes.

#### 2.22. Résultats.

Il n'y a jamais de nécrose corticale dans les portions d'écorce où l'insecte a été éliminé. Par contre, quelques suintements sont apparus, au cours de l'année 1978 et au printemps 1979, là où la cochenille persiste. Les lésions existantes ont poursuivi



<b>C . FAGI</b>	○	○	+	+
<b>N . COCCINEA</b>	○	+	○	+
	①	②	③	④

**4 SITUATIONS SUR LE MEME ARBRE**

FIG. 3. — Etude expérimentale de l'influence de la cochenille sur l'initiation et le développement des nécroses corticales dues à *N. coccinea*.

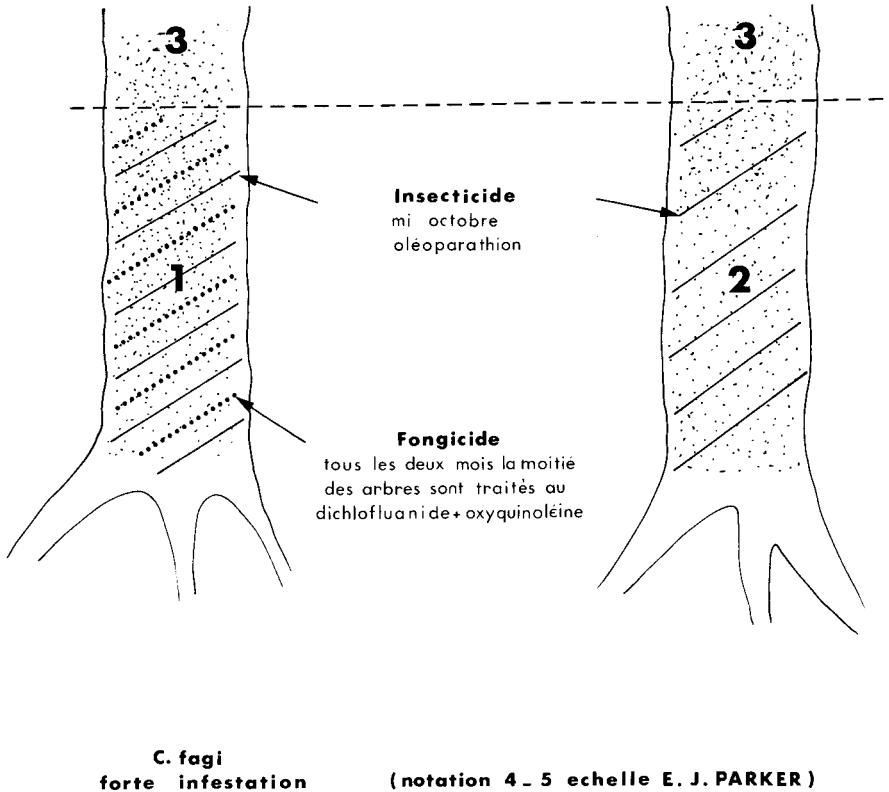
*Experimental study of C. fagisuga influence on initiation and development of bark necrosis caused by N. coccinea.*

leur évolution lorsque la cochenille a été maintenue, alors que celles où *C. fagisuga* a été éliminé ne progressent plus et un début de cicatrisation s'opère au cours de l'année 1978.

2.3. — Effets comparés de traitements insecticide fongicide combinés.

2.31. Matériel et méthode (fig. 4).

Vingt arbres, où la densité des populations de cochenille était notée entre 3 et 5, ont été repérés en forêt communale de Lembach (Bas-Rhin, p. 23). Ils ont tous été



INSECTICIDE	+	+	0
FONGICIDE	+	0	0
	1	2	3

FIG. 4. — Comparaison de l'évolution d'arbres dépérissants après un essai mixte fongicide, insecticide.  
comparative course of diseased trees after mixt fungicide/insecticide trial.



l'objet d'un traitement insecticide (octobre 1977 et 1978, oléoparathion) jusqu'à 3 m de hauteur. La moitié d'entre eux reçoivent, en plus tous les deux mois, un traitement fongicide (dichlofluanide). L'écorce infestée de cochenilles peut se trouver dans trois situations différentes :

- Aucun traitement (au-dessus de 3 m).
- Traitement insecticide seul.
- Traitement insecticide et fongicide.

### 2.32. Résultats.

En l'absence de traitement, on assiste à l'évolution normale de la maladie de l'écorce du hêtre. Les nécroses continuent leur progression d'une manière cependant moins brutale, que dans les hêtraies de Haute-Normandie, et de nouveaux suintements apparaissent. Le traitement insecticide n'a montré une réelle efficacité que sur les arbres porteurs de population notée 3 ou 4. L'apparition de nouveaux suintements est exceptionnelle (un arbre au printemps 1978) sur cette catégorie d'arbre, et manque totalement sur les arbres traités en plus avec le fongicide. Sur ces arbres, les nécroses antérieures au traitement ne progressent plus, mais la cicatrisation n'intervient pas.

### 2.4. — Discussion. Conclusion.

Ces trois expériences aboutissent à une même constatation : la présence de la cochenille est un élément conditionnant l'ampleur des nécroses corticales dues à *N. coccinea*. La part prise par l'insecte est primordiale pour la réussite d'une phase essentielle du phénomène parasitaire : le début du développement de la nécrose. Par la suite, la rapidité de progression de la lésion et par conséquent la gravité de l'attaque, vont dépendre du degré d'infestation de la cochenille. L'écorce du hêtre, infesté de cochenilles, devient particulièrement vulnérable à l'activité destructrice de *N. coccinea*, qui seul n'induit que des altérations très réduites, souvent rapidement cicatrisées (Perrin, 1979). Ces observations suggèrent que la cochenille provoque d'importantes perturbations physiologiques dans les tissus corticaux en altérant notamment les capacités naturelles de défense de l'hôte qui aboutissent normalement à la mise en place d'assises cicatricielles.

## III. — Conclusion

Les observations réalisées en France, et les résultats des études expérimentales entreprises depuis 1975, établissent que la maladie de l'écorce du hêtre résulte de l'association de la cochenille *Cryptococcus fagisuga* et d'un champignon *Nectria coccinea* conformément à l'idée d'Hartig (1900), et à la situation en Amérique du Nord décrite par Ehrlich (1934).

La part prise par la cochenille dans le phénomène est prépondérante. Elle permet en premier lieu, l'implantation du champignon dans l'écorce, et par des perturbations physiologiques elle provoque, en second lieu, un affaiblissement de l'écorce, autorisant l'altération rapide des tissus corticaux par *Nectria coccinea*. La cochenille, nécessaire précurseur de *N. coccinea*, est incapable seule, de provoquer la mort de

l'écorce du hêtre. Il paraît indispensable de s'interroger sur la spécificité de cette association. En quoi l'activité de la cochenille permet-elle la pénétration de *N. coccinea*, et surtout favorise-t-elle son activité destructrice ? La compréhension des intimes relations des deux organismes dans l'écorce est fondamentale, car elle constitue une première étape, dont l'issue est décisive pour la poursuite d'un phénomène parasitaire, aboutissant à la mort de l'arbre. D'autres affections localisées ou généralisées, fournissent à *N. coccinea*, une porte d'entrée dans l'écorce du hêtre, dont on comprend d'autant mieux la fragilité, que l'on connaît ses particularités anatomiques (Braun, 1976). Mais il faut des conditions aussi extrêmes qu'une sécheresse comme celle de 1976, pour provoquer un affaiblissement, dont profitera *N. coccinea* (Lonsdale, 1980). La maladie de l'écorce, et plus particulièrement, les relations hôte/ravageur/parasite sont influencées par les facteurs abiotiques, qui sont aussi à l'origine

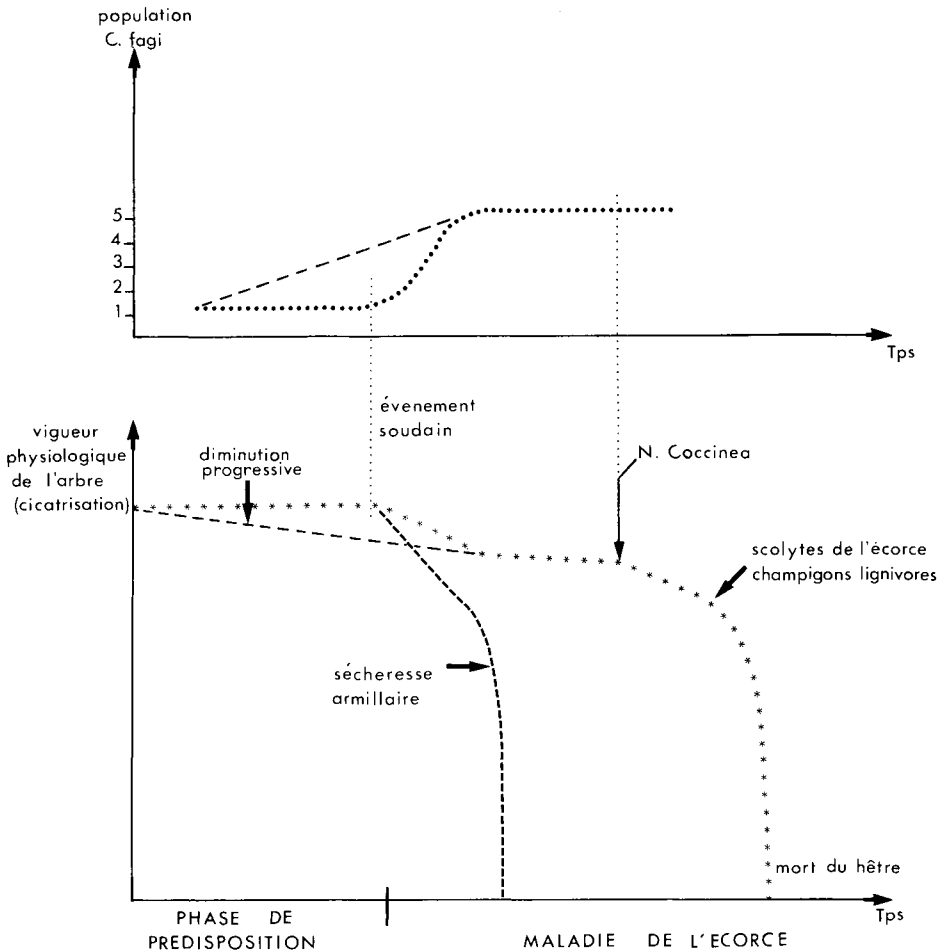


FIG. 5. — Déroulement de la maladie de l'écorce du hêtre.  
Development of Beech bark disease.

d'aggravation du phénomène. Ainsi certains peuplements de la forêt de Lyons, très atteints par la maladie de l'écorce du hêtre, montrent de larges ouvertures de couvert. Quelques arbres, brutalement soumis à un fort éclaircissement, ont souffert avant même d'être infestés par la cochenille, d'autres sont morts sans que celle-ci ait eu le temps d'intervenir.

Nos connaissances actuelles permettent de retracer le déroulement de la maladie à l'aide de la figure 5 volontairement simplifiée. Les efforts de recherche d'une méthode de lutte devront être consacrés à la cochenille, élément principal de ce phénomène, et notamment aux facteurs du milieu, qui influence ses pullulations. L'expérience que nous avons des situations épidémiques actuelles, montre que l'on infléchit très faiblement le déroulement de la maladie par des éclaircies, même précoces (Parker, 1974 ; Perrin, 1979). On ne peut envisager d'autres dispositions que préventives, visant à la création et la maintenance de peuplements où la maladie persisterait à l'état endémique en dépit des fluctuations climatiques. Pour une telle stratégie, la différence de sensibilité de certains sujets à la cochenille comme au champignon, ainsi que l'influence des conditions stationnelles sur la gravité de la maladie, sont des éléments de première importance. Comment ne pas craindre la fragilité vis-à-vis des risques pathologiques, des hêtraies pures, souvent en marge des conditions écologiques optimales ?

Reçu pour publication en décembre 1979.

## Summary

### *Contribution to the knowledge of beech bark disease etiology*

#### II. — *Experimental study of Cryptococcus fagisuga Lind Nectria coccinea (Pers. ex Fries) Fries association. Respective part of each organism*

Previous french studies have placed *Nectria coccinea*'s part in a prominent position in mycoflora associated with beech bark necrosis after *Cryptococcus fagisuga* pullulations. Artificial inoculations have demonstrated *N. coccinea* ability to produce restricted beech bark decay. Necrosis's perennity and spread seem to be conditioned by *C. fagisuga* population's density.

Results of 1976-1977 experimental studies, lay down necessary association of two organisms implicated :

Each day, from October 1976 to June 1977, germinating ascospores have been sprayed on beech bark infested with beech scale (population density 3-4 E. J. Parker, scoring system). Two kinds of symptoms, red bark discoloration and slime flux, reveal successful *N. coccinea* infection, and corresponding necrosis (re-isolation, november 1977). These infections occur especially in November and May-June. Although, these results prove that *C. fagisuga* assists *N. coccinea* beech bark enter, infection courts and processes remain unprecises.

Artificial bringing of *N. coccinea* (mycelium, needle wounded) in beech bark, lead to a necrosis, spreading of wich depend on *C. fagisuga* density population. Restricted to one or two centimeters square, in lack of beech scale, necrosis rapidly extend to several decimeters square, where *C. fagisuga* are abounding. *C. fagisuga* brings a bark physiological disorder, rendering bark more vulnerable to *N. coccinea* destructive ability.

Mechanical (vaccum cleaner, brush) or chemical (oleoparathion) elimination of beech scale on *N. coccinea* infected (or no) bark, confirms previous observations.

Infections never occur, in lack of beech scale, or after insecticide treatment. Spread of beech bark necrosis stops, and a beginning of healing over occurs where *C. fagisuga* has been eliminated. Unlike, on same trees, necrosis extend in *C. fagisuga* infested place. It seems that beech scale disturbs natural physiological control processes.

In conclusion, *C. fagisuga* assists, in peculiar manner *N. coccinea* implantation in bark of beech, brings a bark physiological disturbance, leading easier *N. coccinea* decay ability. Beech scale, necessary precursor of *N. coccinea*, take a prominent part in beech bark disease. Stands where disease, and

particular beech scale, are endemic, would be searched after, independently of climatic fluctuations. This implies a careful sanitary gestion and perhaps proscribes pure beech stands, always restored in the same place.

Variations in some beech susceptibility to beech scale and to *N. coccinea*, as site situations influence on disease severity, would reveal advantageous in beech bark disease control method.

## Zusammenfassung

### Ein Beitrag zur Kenntnis der Ätiologie des Buchenrindensterbens

#### II. — Experimentelle Untersuchung der Assoziation *Cryptococcus fagisuga* Lind- *Nectria coccinea* (Pers. ex vries) vries. Die jeweilige Rolle der beiden Organismen

Frühere Untersuchungen in Frankreich erbrachten den Beweis der vorherrschenden Rolle von *N. coccinea* innerhalb der Pilzflora von Rindennekrosen der Buche, die nach einer starken Verbreitung von *C. fagisuga* auftreten. Impfungen haben gezeigt, dass *N. coccinea* in der Lage ist, kleinflächige krankhafte Veränderungen in der Buchenrinde hervorzurufen, deren Dauer und Ausdehnung von der Populationsdichte von *C. fagisuga* abzuhängen scheinen.

Die Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen 1976-1977 erbrachten den Beweis einer notwendigen Verbindung zwischen den beiden Organismen.

— Vorgekeimte Askosporen von *N. coccinea* wurden von Oktober 1976 bis Juni 1977 täglich auf die Rinde von Buchen gesprüht, die Lauskolonien mit einer Populationsdichte von 3-4 (Skala von E. J. Parker) aufwiesen. Zwei Symptome, nämlich rotbraune Versärbung der Rinde und Schleimfluss, machen die Nekrosen äusserlich erkennbar und sprechen für eine Infektion mit *N. coccinea*, (Reisolierung im November 1977). Die Infektionen treten vor allem in November und im Mai bzw. Juni auf. Obwohl man eindeutig feststellen kann, dass *C. fagisuga* das Eindringen von *N. coccinea* in die Buchenrinde erleichtert, erlauben die bisherigen Versuchsergebnisse nicht, die näheren Umstände genau zu beschreiben.

— Die Impfung der Rinde von Buchen mit Myzelium von *N. coccinea* (Nadelstiche) führt gleichfalls zu Rindennekrosen. Die in Abwesenheit der Schildlaus nur 1-2 cm<sup>2</sup> grossen Nekrosen erreichen bei dichten Kolonien von *C. fagisuga* sehr rasch mehrere dm<sup>2</sup>. *C. fagisuga* ruft eine physiologische Störung der Buchenrinde hervor, wodurch diese für die zerstörende Wirkung von *N. coccinea* anfälliger wird.

— Die mechanische (Abbürsten, Absaugen) oder chemische (Oléoparathion) Elimination von *C. fagisuga* auf mit *N. coccinea* infizierten oder nicht infizierten Buchenrinden bestätigt die obgenannten Beobachtungen.

— In Abwesenheit von *C. fagisuga* oder nach Behandlung mit einem Insektizid/Fungizid konnte niemals eine Infektion der Buchenrinde festgestellt werden. Die Nekrosen der Buchenrinde erweitern sich nicht und man kann an jenen Stellen an denen *C. fagisuga* abgetötet wurde, einen Beginn der Vernarbung feststellen, während an den von *C. fagisuga* besiedelten Stellen derselben Bäume sich die Nekrosen weiter ausdehnen. Es hat daher den Anschein, als ob durch *C. fagisuga* die physiologische Abwehrkraft der Buchenrinde verändert würde.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass *C. fagisuga* in spezifischer Weise Eindringen und Ausbreitung von *N. coccinea* fördert, indem sie das physiologische Abwehrsystem der Buchenrinde schwächt und damit die normalerweise begrenzte zerstörende Wirkung von *N. coccinea* wesentlich erhöht. *C. fagisuga* ist daher ein notwendiger Vorläufer von *N. coccinea* und demzufolge der wesentliche Teil dieses Parasitenkomplexes.

In Waldgebieten, in denen das Buchenrindensterben sehr häufig vorkommt — es scheint auch mehr oder minder anfällige Buchen zu geben — muss versucht werden, Bestände zu begründen oder zu erhalten in denen, unabhängig von Klimaschwankungen, die Krankheit, insbesondere *C. fagisuga*, auf einen endemischen Zustand beschränkt bleibt. Dies erfordert eine strenge Überwachung des Gesundheitszustandes der Bestände und es ist nicht ausgeschlossen, dass von den sich ständig am selben Ort verjüngenden Buchenreinbeständen zu Mischbeständen übergegangen werden muss.

Unterschiede in der Anfälligkeit einzelner Buchen gegenüber *C. fagisuga* und *N. coccinea*, sowie der Einfluss der Standortbedingungen auf das Ausmass der Erkrankung, werden für eine Bekämpfungsstrategie des Buchenrindensterbens von grosser Bedeutung sein.

## Références bibliographiques

- BRAUN H. J., 1976. Das Rindensterben der Buche, *Fagus sylvatica* L. verursacht durch die Buchenwollschildlaus *Cryptococcus fagi* Bar. I Die Anatomie der Buchenrinde als Basis-Ursache. *Eur. J. For. Path.*, **6**, 136-146.

- EHRlich J., 1934. The Beech Bark disease. A *Nectria* disease of *Fagus* following *Cryptococcus fagi* (Baer). *Canadian J. Res.*, **10**, spec. n<sup>o</sup>, 593-692.
- HARTIG R., 1900. *Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten*. 3<sup>e</sup> édit. J. Springer, Berlin (324 p.).
- LONSDALE D., 1980. *Nectria* infection of beech bark in relation to infestation by *Cryptococcus fagisuga* Lind. *Eur. J. For. Path.* (sous presse).
- LONSDALE D., 1980. *Nectria coccinea* infection of beech bark : variation in relation to predisposing factors. Communication au colloque européen sur la maladie de l'écorce du hêtre. Nancy, 7-11 mai 1979 (sous presse).
- PARKER E. J., 1974. Some investigations with beech disease *Nectria* in Southern England. *Eur. J. For. Path.*, **5**, 118-124.
- PERRIN R., 1979. Contribution à la connaissance de l'étiologie de la maladie de l'écorce du hêtre. I. — Etat sanitaire des hêtraies françaises. Rôle de *Nectria coccinea* (Pers ex Fries) Fries. *Eur. J. For. Path.*, **9** (3-4), pp. 148-166.
- PERRIN R., 1979. Le dépérissement du hêtre : une maladie de l'écorce provoquée par *Nectria coccinea* (Pers ex Fries) Fries après *Cryptococcus fagisuga* Lind. Symposium I.U.F.R.O. Feuillus précieux, 11/15 septembre 1978, pp. 320-331.