

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ ROYALE FORESTIÈRE DE BELGIQUE

Sommaire

F. WOLF. — Les Siricides en Belgique, leurs mœurs et leur importance en sylviculture (1 ^{re} partie)	281
M. BOUGARD. — Le contrôle des végétaux aquatiques et rivulaires	302
Livres parus	311
Revue des revues	314
Chronique forestière	318

Les Siricides en Belgique, leurs mœurs et leur importance en sylviculture

par

Fernand WOLF (*)

Ind. bibl.: 145.7(493)

Sommaire

Introduction

1. — Tableau des Siricides de Belgique
2. — Recherches des larves et dégâts dans les boisements
3. — Origine et expansion des Siricides en Belgique
4. — Aire de dispersion des parasites en Belgique
5. — Ethologie des Siricides
 - a. — Accouplement
 - b. — Ponte
 - c. — Cycle des Siricides
 - d. — Forme de la galerie
 - e. — Symbiose
 - f. — Fréquence des espèces
 - g. — Localisation des pontes
6. — Importance des Siricides en sylviculture
 - a. — Problèmes posés par les Siricides dans les forêts
 - b. — Nuisance des Siricides

(*) Laboratoire de Zoologie générale (Prof. Jean LECLERCQ), Faculté des Sciences agronomiques de l'Etat, Gembloux.

7. — Moyens de lutte
a. — Lutte biologique
b. — Lutte chimique
c. — Protection et désinfection des grumes

Conclusions

Introduction.

Les Siricides sont des Hyménoptères Symphytes très reconnaissables. On les présente dans tous les manuels d'entomologie élémentaire; ils sont souvent relativement grands, leur faciès est caractéristique; les femelles ont une tarière assez longue et assez forte... Mais ils passent pour rares dans nos régions où, en fait, on ne les avait rencontrés jusqu'ici qu'occasionnellement et où on n'avait guère eu l'occasion d'observer leurs mœurs.

Sachant que dans d'autres pays, les Siricides sont tenus pour des ravageurs très importants des plantations de conifères, et qu'en outre, notamment en Australie et en Nouvelle-Zélande, on s'efforce de réduire leurs populations au prix d'essais spectaculaires de « lutte biologique », nous avons entrepris de les rechercher systématiquement en Belgique, d'examiner les dégâts qu'ils peuvent causer, et de voir si ce qu'on sait de leurs mœurs peut être confirmé ou complété. Nous avons exposé ailleurs (WOLF, 1968) ce que nous avons pu apprendre de leur morphologie, de leur classification, de leur répartition dans le monde et en Belgique, et de leurs ennemis. L'objet du présent travail se ramène ainsi plus spécialement à l'étude du comportement des espèces rencontrées en Belgique et, de leur importance en sylviculture.

Nous remercions le Professeur J. LECLERCQ qui a bien voulu nous accueillir et patronner nos recherches dans le laboratoire de Zoologie générale, à la Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux, ainsi que les Professeurs M. BOUDRU, R. BRENY, J. FOUARGE pour l'intérêt qu'ils ont porté à nos recherches particulières. Le personnel scientifique et le personnel technique des services dirigés par ces maîtres nous a aussi aidé, à divers points de vue, à mener cette étude à bien et à lui donner sa présentation finale.

En outre, les Dr F. WILSON et J. SPRADBERRY, du Sirex Biological Unit (Ascot, Angleterre) ont bien voulu nous recevoir dans leur laboratoire, nous mettre au courant de leurs techniques et découvertes, et nous aider à établir notre programme de recherches.

L'Administration des Eaux et Forêts, du Ministère belge de l'Agriculture, nous a très efficacement aidé dans les prospections que nous avons faites dans les bois soumis au Régime forestier. Nous remercions particulièrement, à ce titre, M. A. GALOUX, Chef de la Section de Biologie forestière à la Station de Recherches des Eaux et Forêts, les Ingénieurs principaux A. JACQUEMIN et A. LAMY, les Ingénieurs P. DUFRASNE, A. GAILLY, A. GROLINGER, A. PIRAUX, P. REGINSTER, et tout le personnel des cantonnements forestiers de Beauraing, Rochefort, et de la Donation Royale de Ciergnon. Enfin, M. L. NEF, du Centrum van Bosbiologie, à Bokrijk, nous a permis d'étendre nos prospections à la Campine.

1. — *Tableau des Siricides de Belgique.*

On connaît une septantaine d'espèces de Siricides dans le monde, les unes s'attaquent aux arbres feuillus, les autres aux résineux. En Belgique, on en rencontre cinq, toutes inféodées aux résineux. Celles-ci se reconnaissent aisément, en utilisant le tableau suivant délibérément limité aux caractères discriminants les plus faciles à voir :

Recto:

Fig. 1. — *Urocerus augur*: adulte en train de perforer l'écorce pour la ponte.

Photo: Sirex Biological Unit, Ascot.

Verso:

Fig. 2. — (A gauche). - Galerie de *Xeris spectrum* (*Picea abies* à Feschaux).

A droite: deux galeries partant de la même ponctuation.

A gauche: idem, trois galeries.

Fig. 3. — (A droite). - Coupe transversale dans trois galeries de *Sirex* [*Picea abies* (gros) quatre fois à Wiesme (Namur)]. On voit l'influence des agents atmosphériques qui ont déjà noirci le bois autour de deux galeries.

Photos: R. DEPIREUX,

Faculté Sciences agronomiques, Gembloux.

- | | |
|--|--------------------------------|
| 1. Tête teintée de blanc ou de
jaune | 2 |
| Tête non teintée de blanc ou
de jaune | 4 |
| 2. Abdomen entièrement noir | <i>Xeris spectrum</i> L. |
| Abdomen non entièrement noir | 3 |
| 3. Tête avec deux points jaunes
très rapprochés | <i>Urocerus augur</i> K. |
| Tête avec deux points jaunes
séparés par une assez large
bande noire | <i>Urocerus gigas gigas</i> L. |
| 4. Base des antennes entièrement
noires; griffes noires | <i>Sirex noctilio</i> F. |
| Base des antennes rougeâtres;
griffes rougeâtres. | <i>Sirex juvencus</i> L. |

Les larves se distinguent aussi facilement des autres larves d'insectes qu'on peut trouver dans les mêmes bois. Elles sont blanches, la tête n'étant pas autrement colorée, et elles ont une courte pointe aiguë à l'extrémité de l'abdomen.

2. — Recherches des larves et dégâts dans les boisements.

La découverte des larves de Siricides est souvent aisée lorsqu'on connaît les mœurs des espèces, différentes selon les essences résineuses, et la position de ces dernières dans le peuplement. L'aspect extérieur du peuplement suggère déjà qu'on trouvera vraisemblablement des Siricides, un examen attentif des arbres probablement atteints est alors justifié. Ces arbres à inspecter se caractérisent par la pointe des cimes morte ou de couleur jaunâtre, et à aiguilles peu nombreuses; on examinera aussi les arbres chablis.

Il faut distinguer deux cas : l'arbre est debout ou a été arraché à la suite d'une tempête. Dans le premier cas, on doit chercher à un endroit bien défini qui sera précisé plus loin et qui varie selon l'essence. Dans le second cas, on regarde sur toute la longueur du tronc, de préférence là où l'écorce est relativement mince et où la circonférence dépasse 20 cm.

Si l'arbre montre des trous de sortie, on s'assure de ce que ces trous sont bien ronds et ont un diamètre d'au moins 3-4 mm; si ces orifices sont encore bien blancs on peut s'attendre à trouver non seulement quelques larves de Siricides et davantage de *Rhyssini* parasites. Si l'orifice est déjà noirci on n'en trouvera point.

On peut parfois hésiter, ou confondre les orifices des galeries de Siricides avec ceux de *Pissodes* ou de *Lymexylonidae*. Mais il suffit de faire sauter un éclat de bois : si c'est un dégât de *Pissodes* on aperçoit un berceau de nymphose à faible profondeur : 2 à 5 mm maximum. S'il s'agit de *Lymexylonidae* on observe un léger dépôt de sciure à l'extérieur, tandis que la galerie dépourvue de sciure est remplie d'un mycélium blanc à odeur désagréable.

Lorsque l'arbre est dépourvu de trous de sortie, on enlève du tronc des éclats de bois d'environ 1 cm d'épaisseur et de 10 à 15 cm de long, ce procédé permet de voir des galeries. Cela exige évidemment l'abattage des arbres.

Pour les arbres de valeur, on peut sectionner des morceaux d'environ 20 cm que l'on fend ensuite. On peut se faire ainsi une idée de la quantité de larves présentes, du taux de mortalité et du taux de parasitisme.

Il est tout à fait inutile de s'attarder aux épicéas atteints de pourriture rouge ou attaqués par *Xyloterus* sp. (Col. *Scolytidae*). Chez les pins, l'observation de la portion atteinte de bleu ou de fibres torsées, ainsi que celle située au-dessus d'une attaque de rouille est également inutile. Les arbres cassés en dessous de la cime n'héberge à peu près jamais de Siricides.

Ces divers procédés m'ont permis de réunir un matériel qui fut soumis à l'observation directe et a permis d'obtenir les données qui vont être présentées.

3. — *Origine et expansion des Siricides en Belgique.*

A partir du III^e siècle de notre ère, la Belgique ne fut plus habitée naturellement que par l'if et le genévrier, essences qu'aucun Siricide n'attaque. Il a fallu attendre le

XVIII^e siècle pour que le pin sylvestre soit réintroduit; au XIX^e on implanta l'épicéa et le sapin pectiné, et pendant ce siècle on a introduit divers résineux américains : douglas, tsuga, thuya, etc...

Dans ces conditions, la Belgique n'a pu être peuplée de Siricides que depuis relativement peu de temps et c'est ainsi qu'on peut expliquer sa pauvreté en espèces de Siricides, par rapport aux régions situées dans l'aire de dispersion naturelle des grands conifères européens (Ecosse, Vosges,...).

L'invasion de la Belgique par ces insectes a dû se faire vraisemblablement par l'Eifel et par l'Hertogenwald.

Les entomologistes du pays ont volontiers supposé que les Siricides rencontrés en Belgique étaient des immigrants occasionnels, ou pour le moins de grandes raretés. C'est en effet ce qu'on pouvait imaginer en considérant le peu d'exemplaires présents dans les collections, le fait que beaucoup d'entre eux furent trouvés dans des lieux aussi variés que des habitations humaines ou des mines de charbonnages, et en se rappelant que des insectes de cette taille et ayant l'aspect qu'on leur sait, avaient des chances réelles de ne pas passer inaperçus.

Mais il faut faire remarquer d'abord que les Sirex trouvés dans les charbonnages devaient provenir de bois de mines venant de plantations situées en Belgique.

Certes au charbonnage de Queue-du-Bois (Liège), *Urocercus gigas* fut observé s'élevant en grand nombre dans la mine (CRÈVECŒUR et MARÉCHAL, 1933). Or on sait qu'il faut une grande source de lumière pour que l'espèce se reproduise, on doit donc admettre que cette population n'a pu exister et devenir un centre d'approvisionnement en Sirex pour les entomologistes liégeois vers 1935-1940 que grâce à un apport continu de bois de mines provenant de différentes régions.

Mais surtout, nos explorations nous ont appris que tous les peuplements résineux un peu maltraités sont habités par des Siricides, cela dans tout le pays.

Les lieux des captures antérieures à ceux de notre enquête étaient assez isolés et se trouvaient surtout dans les grands centres urbains, aux environs des charbonnages et particulièrement dans la région liégeoise.

Les données nouvelles que nous avons réunies suggèrent au contraire que l'aire de dispersion des Siricides en Belgique correspond avec celle des résineux.

En Belgique, *Sirex juvencus* est particulièrement nuisible à l'épicéa, tandis que *Sirex noctilio* serait plus dommageable aux pins. *Urocerus gigas* assez rare, serait indifférent quant au choix de l'hôte. *Xeris spectrum* est un ravageur nettement plus secondaire, il se rencontre uniquement au sud du sillon Sambre-et-Meuse. *Urocerus augur* très rare, n'a pu être capturé que dans une seule localité Winenne.

On doit s'attendre, sans être exagérément pessimiste, à voir d'autres espèces coloniser l'Europe.

C'est déjà le cas pour *Sirex cyaneus*, largement répandu en Amérique du Nord.

On attend aussi *Urocerus gigas flavicornis*, *Urocerus albicornis* et *Urocerus cressoni*. PISARDI (1962) a déjà trouvé en Pologne une station de cette dernière espèce. Les trois sont largement répandues en Amérique du Nord. L'implantation des résineux américains dans des sites inadéquats facilitera certainement leur invasion qui risque d'être aussi spectaculaire que celle du *Sirex noctilio* en Australie et en Nouvelle-Zélande.

4. — Aire de dispersion des parasites en Belgique.

Les Siricides possèdent quelques insectes parasites; avant nos recherches, les captures de ces parasites étaient rares et distribuées de manière fortuite : trois points pour *Ibalia*, sept pour *Rhyssa persuasoria*, trois pour *Rhyssela curvipes*, ces derniers se trouvant d'ailleurs dans des stations à *Xiphydriidae*. Nos explorations qui augmentent considérablement les points de captures montrent la tendance à la superposition des aires des parasites et des hôtes.

5. — *Ethologie des Siricides.*

a. — Accouplement.

L'accouplement se fait lorsque deux conditions sont remplies : une température supérieure à 20° associée à une forte luminosité. Une certaine maturité physiologique de la femelle est aussi indispensable, celle-ci doit être sortie du bois depuis au moins un jour, le mâle quant à lui est mature dès sa sortie. Il en est ainsi du moins pour toutes les espèces belges surveillées en laboratoire; c'est peut-être différent dans d'autres pays, l'aire de dispersion de chaque espèce n'excluant point l'existence de races physiologiques.

Voici, résumé en quelques lignes, le mode d'accouplement qui est d'ailleurs semblable à celui de tous les Symphytes Orthandria : le mâle s'approche de la femelle et la saisit par le thorax, les têtes étant tournées dans le même sens; son abdomen contourne celui de la femelle qu'il va féconder. La durée de l'accouplement est courte et varie entre trois ou quatre minutes. Les petites femelles peuvent s'accoupler avec de gros mâles et vice versa.

b. — Ponte.

Les conditions favorables à la ponte sont complexes : milieu ambiant, lumière et température, état physiologique de l'arbre et âge de la femelle. Grâce à la bibliographie déjà conséquente, on peut indiquer les différentes limites et apprécier l'incidence de ces conditions.

La femelle dépose ses œufs lorsque le bois est assez humide, la teneur optimale en eau étant comprise entre 40 et 70 %. Les auteurs signalent également que des œufs sont encore déposés à plus de 200 % d'humidité mais alors moins nombreux.

Pour la ponte, la température optimale est d'environ 25° et une forte luminosité est favorable. Ces facteurs sont cependant moins déterminants que pour l'accouplement.

L'état physiologique de la femelle intervient également surtout dans la fréquence et la durée des pontes. En effet,

les cinq premiers jours de sa vie, la femelle est plutôt vagabonde, elle s'éloigne de son trou de sortie et cherche à s'accoupler. Les pontes sont alors rares mais rapides; prenant de quatre à cinq minutes. Ensuite, fécondée ou non, la femelle cherche l'arbre qui lui convient. Les pontes deviennent alors nombreuses puis leur fréquence diminue progressivement, leur durée s'allonge : quinze à vingt minutes. Il arrive que la femelle meure en pondant, n'ayant plus la force de retirer sa tarière, notamment lorsque celle-ci a dû traverser un canal résinifère. (MORGAN et STEWART, 1966; confirmé par nos observations).

Avant d'analyser le mécanisme de la ponte il faut savoir que les larves de Siricides vivent en symbiose avec un champignon, dont l'importance sera indiquée plus loin et dont on trouve le mycelium tant dans l'hypopleure des larves que dans les sacs à spores des femelles. Les conditions optimales de développement de ce champignon correspondent d'ailleurs avec celles du *Sirex* (KING, 1960; COURTS, 1966).

Les mouvements de la ponte ont été décomposés par ASS et FUNTIKOW (1932). En résumé, après avoir repéré l'endroit favorable, la femelle courbe légèrement l'abdomen et place sa tarière entre les hanches postérieures d'une part et les tibias intermédiaires d'autre part. Puis par une pression de l'abdomen et une traction des fémurs, les valves s'enfoncent rapidement. Elles sont animées d'un mouvement de va et vient, qui, combiné à leur structure particulière leur permet une pénétration plus aisée.

Lorsque ces valves sont arrivées à la profondeur voulue, elles se retirent grâce à un relèvement de l'abdomen et un léger avancement du corps. C'est lors du retrait que l'œuf ou les œufs sont déposés, jamais en paquet mais toujours isolés les uns des autres. Lors de leur passage dans le canal de ponte, les œufs ont comprimé les poches à spores logées dans la cavité abdominale ce qui a provoqué une sécrétion mycélienne et les a infectés de champignons symbiotiques.

Le nombre d'œufs par ponctuation est donc variable, le plus souvent un seul mais quelquefois zéro, deux, trois voire

même cinq (CHRISTAL, 1928; MORGAN et STEWART, 1966). Il en est de même du nombre de ponctuations par point d'insertion, la femelle change la direction de sa tarière si, au cours de sa première ponctuation, elle a rencontré un canal résinifère et si elle a trouvé le bois propice à être infesté (*Fig. 2*).

c. — Cycle des Siricides.

La durée du cycle a été longtemps controversée et fut finalement fixée à la norme de trois ans au moins pour nos pays d'Europe. En réalité aucune diapause n'est obligatoire dans le cours du développement normal, et s'il s'en produit une, elle est induite par la température et beaucoup plus accessoirement par l'humidité. C'est ainsi que le cycle a pu être ramené à deux ans au Canada, à un an en Espagne et à six mois en Nouvelle-Zélande. En Belgique, le cycle se ramène à un an sur les arbres de petite taille, il s'allonge quelquefois jusqu'à quatre ans, pour un certain nombre de larves de très grosse taille, surtout femelles, se trouvant sur de gros arbres.

Voici en résumé, le cycle évolutif d'un *Sirex* vivant trois ans.

L'œuf déposé dans la galerie de ponte est immédiatement entouré par le mycélium symbiotique qui l'a infesté lors de la ponte. Il se trouve à une profondeur allant de 2 à 10 mm. Son incubation dure de seize à vingt-huit jours mais il peut aussi hiverner à ce stade (STILLWELL, 1966). La larve, à l'éclosion, est complètement formée et quitte l'œuf en creusant la coque avec ses mandibules. Durant ce premier âge, elle reste immobile et se nourrit de mycélium. Ensuite, elle commence à creuser le bois dans le sens des trachéides, c'est-à-dire perpendiculairement à la ponctuation. Elle parcourt 8 à 12 mm et mesure alors 1 à 2 mm. C'est ainsi qu'elle va hiverner pour la première fois.

L'hiver terminé, elle mue pour la troisième fois. A cet âge, chez les femelles, apparaît l'hypopleure, organe qui se situe au niveau du dernier segment du thorax et sur le premier tergite abdominal et qui contient le champignon sym-

biotique du Siricide (STILLWELL, 1965). La larve continue de creuser le bois dans le sens des trachéides, cela sur une longueur d'environ 15 à 20 mm. Au cours des trois âges suivants, elle change de direction et se dirige vers le centre de l'arbre. Elle creuse une galerie d'environ 8 cm puis hiverne pour la deuxième fois. Elle mesure alors le tiers de sa longueur finale et a abandonné la nourriture exclusivement mycélienne.

L'hiver de nouveau passé, elle mue encore trois fois et parcourt environ 9 cm. A la fin de l'été, elle atteint sa taille maximale et creuse le bois en arc de cercle pour se rapprocher du bord où elle se nymphose après l'hiver à une profondeur de 1 ou 2 cm.

La nymphose prend deux à trois semaines, après une prénymphe de quatre à six semaines. Les adultes creusent le reste de la galerie en quatre ou cinq jours et leur trou de sortie, ce qui prend quinze minutes pour les femelles et trente minutes pour les mâles (MORGAN et STEWART, 1966).

Cette séquence d'événements rapportée selon CHRYSTAL (1928) a été fidèlement vérifiée par nos propres observations. Toutefois CHRYSTAL signale que le *Sirex* pourrait passer l'hiver au stade adulte, ce que nous n'avons pu observer.

Les mâles qui viennent d'éclore sont peu actifs contrairement aux femelles qui le deviennent rapidement. L'échelonnement des sorties est assez grand et s'il dépend de l'espèce, nous en reparlerons, il est aussi assez clairement en rapport avec la grosseur de l'arbre et avec la position de celui-ci dans le peuplement.

En Belgique, les nymphes se forment dès avril mais surtout en mai (Tableau 1).

Le nombre total des mues est donc de dix; lorsque le cycle se raccourcit il y en a moins. STILLWELL (1966) rapporte qu'au Canada, le nombre normal chez *Sirex juvenicus* est de cinq pour le mâle et six pour la femelle, et qu'il s'accroît lorsque les conditions deviennent défavorables pour monter jusqu'à onze. Le comptage des exuvies succes-

sives nous a fait trouver des chiffres assez semblables : *Xeris spectrum* six à dix, *Sirex noctilio* cinq à huit, *Sirex juvencus* cinq à dix, *Urocerus gigas* huit à onze.

Tableau 1. — *Dates d'apparition des nymphes de Sirex noctilio dans Pinus nigra var. austriaca, à Han-sur-Lesse (Namur).*

Circonférence à 1,50 m du sol (cm)	Exposition	Dates
15	Sud	16.4.66
15	Plateau	23.4.66
30	Sud	23.4.66
30	Plateau	7.5.66
30	Nord	21.5.66
50	Sud	7.5.66
50	Plateau	14.5.66
50	Nord	21.5.66

Durant la nymphose se produit un phénomène assez important qui fut découvert par FRANCKE-GROSSMAN (1957). La dernière exuvie reste en contact avec les tergites abdominaux de la nymphe, de sorte que les sacs à spores de la femelle peuvent être infectés par le champignon symbiotique, faute de quoi ces sacs restent stériles ce qui rend toute génération ultérieure impossible par non-éclosion des œufs ou mort des jeunes larves.

d. — Forme de la galerie.

La forme de la galerie fut étudiée correctement pour la première fois par FABRE (1891), par ASS et FUNTIKOW (1932) et puis par RAFES (1960). Tous rapportent le modèle décrit en exposant le cycle vital, en y apportant chacun l'une ou l'autre modification. Les variantes n'ont évidemment rien d'inattendu, on conçoit aisément que la galerie change de trajet sous l'effet de plusieurs facteurs dont voici les principaux :

- 1° teneur en eau du bois : si le bois est sec la larve vit beaucoup plus en surface;
- 2° température ambiante qui influence la longueur du cycle et la forme de la galerie;
- 3° essence attaquée : trajet beaucoup plus long dans *Picea* que dans *Pinus*;
- 4° cernes d'accroissement du bois : lorsque ceux-ci sont serrés la larve creuse beaucoup moins profondément et le trajet est fortement ondulé;
- 5° quantité de résine présente dans le bois : la larve semble éviter dans une certaine mesure les poches de résine;
- 6° espèce de Siricide : les *Urocerus* décrivent un arc de cercle beaucoup plus long que les autres espèces;
- 7° sexe et parasitisme : les mâles et les larves parasitées creusent le bois beaucoup moins profondément;
- 8° taille de l'insecte.

Deux faits restent cependant constants : la sciure compacte qui remplit la galerie et la forme circulaire que celle-ci a en section transversale (*Fig. 2 et 3*).

La longueur de la galerie varie entre 8 et 30 cm et son volume va de 0,7 à 1,2 cm³.

e. — Symbiose.

On l'a vu, la nutrition particulière des Siricides doit être comprise en reconnaissant l'existence de certaines relations symbiotiques entre ces Hyménoptères et certains champignons. Le moment est venu d'exposer cette notion de manière plus approfondie, en résumant ce que la littérature nous apporte, notamment les études de BUCHNER (1928, 1930), PARKIN (1942), FRANCKE-GROSSMAN (1939, 1957), MORGAN (1960), STILLWELL (1960, 1964, 1966) et COUTTS (1966).

BUCHNER (1928) le premier, découvrit deux organes pyriformes dans la cavité abdominale de la femelle, ces organes que nous avons appelés poches à spores débouchent dans le vagin et sont remplis de filaments mycéliens et d'arthrospores.

PARKIN (1942) découvrit l'hypopleure chez la larve femelle, organe lui aussi rempli de champignons. Reste à savoir comment se fait le passage du mycélium de l'hypopleure larvaire à la poche à « spores » adulte. On l'ignore encore, même après les recherches de BOROS (1960) qui fit de nombreuses dissections de larves et de nymphes de *Sirex noctilio*.

Deux autres questions importantes restaient à résoudre et ont été traitées avec plus de bonheur : quels sont les champignons symbiotiques et peut-on parler de vraie symbiose comme le suggère l'anatomie spéciale des insectes ?

Pour répondre à la première question, trois méthodes furent employées, la première (et la moins précise) consistait à ensemercer des milieux de culture à l'aide de sciure trouvée dans une galerie de Siricides, la deuxième à mettre en culture les filaments mycéliens et les arthrospores se trouvant dans la poche à spores de la femelle, et la troisième ceux de l'hypopleure larvaire, ces deux dernières méthodes employées conjointement montrèrent la grande liaison qui existe entre les *Siricidae* et *Amylostereum chailletii*.

Grâce à la première méthode, CARTWRIGHT (1929) isola *Stereum sanguinolentum* et *Daldinia concentrica*, et confirma sa première conclusion en obtenant un carpophore de *Stereum* sur un morceau de *Larix*. Cependant la description des milieux de culture amenèrent certains auteurs (NOBLE, 1948) à croire que c'était une autre espèce de *Stereum* qui s'était révélée. Par la même méthode, FRANCKE-GROSSMAN (1937) et VAARTAJA (1963) isolèrent *Ceratocystis pini* de *Xeris spectrum*, Siricide qui ne possède pas d'hypopleure et chez qui les poches à spores sont très réduites (cette observation soulève quelques doutes car pour les autres Siricides ce champignon est pathogène).

FRANCKE-GROSSMAN (1939, 1954, 1957) montra ensuite que *Stereum sanguinolentum*, *Amylostereum chailletii*, *Trametes odorata* peuvent être associés avec les différentes espèces de *Siricidae*. Elle isola également *Collybia velutines*, *Pleurotus ostreatus* et *Polyporus imberbis*, ceux-ci beaucoup plus rarement.

En Nouvelle-Zélande, RAWLING (1949) isola un *Stereum* différent de *sanguinolentum*, tandis qu'ORMAN (1958) crut reconnaître une espèce de *Peniophora*, détermination qui fut contestée par TALBOT (1964) qui déterminait *Amylostereum*, peut être *Amylostereum chailletii*.

VAARTAJA (1960) a donné une table permettant de reconnaître les cultures des diverses espèces ainsi rencontrées.

STILLWELL (1960, 1964, 1966) fit le point des connaissances actuelles. Il constate qu'au Canada, *Amylostereum chailletii* est fréquemment associé aux Siricides tandis que les autres champignons le sont rarement : sur deux cent septante-quatre cultures à partir de *Sirex* sp. quatre-vingts furent identifiées comme *Amylostereum chailletii*, neuf comme *Stereum sanguinolentum*, trois comme *Corticium gelactinum* et quatre comme *Armillaria mellea*, les autres restèrent blanches ou contaminées. De nouvelles expériences (1966) lui permettent de dire que l'on ne rencontre pas de *Stereum sanguinolentum* dans les sacs à spores des femelles. TALBOT (1964) avait fait la même observation en Nouvelle-Zélande. Enfin il a isolé *Daedelia unicolor* de l'hypopleur de *Tremex columba*.

Peut-on parler de vraie symbiose ? Cette notion exigerait un apport bénéfique et réciproque des deux organismes. Que fait donc le champignon pour le *Sirex* et que fait le *Sirex* pour le champignon ?

Nous savons que le Siricide a des structures anatomiques adaptées pour accueillir et véhiculer le champignon. STILLWELL (1966) démontra très bien que ce champignon était nécessaire aux larves. Reproduisons le tableau très explicatif qu'il publie à ce propos (*Tableau 2*).

Le champignon sert de nourriture aux larves des deux premiers âges, celles-ci ne pouvant pas encore creuser le bois. Il maintient un environnement convenable autour de l'œuf pendant l'incubation et il abaisse la teneur en eau ce qui permet la croissance de la larve (RAWLING, 1951, 1953). Dans les âges larvaires plus avancés il faut exclure l'hypothèse selon laquelle la larve se nourrirait uniquement

de mycélium car celui-ci est trop diffus dans le bois excepté dans le cas des bois infestés de *Tremex* (FRANCKE-GROSSMAN, 1939).

Tableau 2. — Ponte de *Sirex juvencus* dans des morceaux d'*Abies balsamea* (STILLWELL, 1966).

Nombre de parents femelles	Nombre de ponctuations	Nombre de <i>Sirex</i> adultes obtenus	
		Mâles	Femelles
<i>Amylostereum chailletii</i> absent des sacs à spores			
12 fécondées	141	0	0
17 stériles	289	0	0
<i>Amylostereum chailletii</i> présent			
13 fécondées	323	90	21
14 stériles	295	40	0

Quant aux Siricides, on peut supposer qu'ils assurent la propagation de champignons qui fructifient rarement (FRANCKE-GROSSMAN, 1957). C'est tout ce qu'on peut trouver comme bénéfice réciproque.

f. — Fréquence des espèces.

Si l'on examine les diverses collections faites en Belgique, on repère deux espèces franchement dominantes, *Urocerus gigas* et *Sirex juvencus*, les autres étant beaucoup plus rares. Il n'en va pas exactement de même dans la nature. D'après nos observations faites sur le terrain et sur du matériel mis sous surveillance, *Sirex juvencus* reste certes le plus commun, mais *Xeris spectrum* et *Sirex noctilio* sont beaucoup plus abondants qu'on ne s'y attendait. Pour la dernière espèce nos chiffres sont peut-être exagérés du fait qu'une bonne partie de nos recherches ont eu pour site des peuplements de *Pinus nigra*.

Il est donc difficile de tirer des conclusions définitives sur la fréquence de chaque espèce en Belgique. Ce thème sera repris plus loin, lorsque nous détaillerons nos inventaires.

g. — Localisation des pontes.

Malgré les travaux d'Ass et FUNTIKOW (1932) on n'avait guère de précisions sur les parties des arbres que les femelles choisissent pour effectuer leurs pontes. Cela varie selon l'espèce résineuse, son âge et sa position sociale (cfr *Pinus radiata* en Nouvelle-Zélande, RAWLING, 1948; JACKSON, 1955).

Voici les résultats des observations que nous avons faites en Belgique : essentiellement sur quatre essences résineuses *Picea abies* et *sitchensis*, *Pinus silvestris* et *nigra* var. *austriaca*.

1) *Picea sitchensis*

Les arbres attaqués mesurent au moins 90 cm de circonférence (1). La partie infestée se limite toujours à la base du tronc rarement au-dessus de 2 m, à l'exception des chablis qui peuvent être attaqués sur toute leur longueur.

Le nombre de larves par arbre est variable : moyenne environ quatre-vingts et rarement plus de cent cinquante. On rencontre essentiellement trois espèces *Sirex juvencus* 34,8 %, *Urocerus gigas* 58,6 %, *Xeris spectrum* 6,6 %.

Seuls les arbres de lisière semblent être attaqués. C'est le seul résineux dont les souches sont infestées en Belgique. Elles le sont, du moins quand elles sont exposées au soleil l'après-midi. BRAUNS (1964) signale qu'en Allemagne *Urocerus gigas* peut également s'attaquer aux souches de *Picea abies*. Chez nous, il faut que l'arbre soit mort depuis plusieurs années pour que des larves soient présentes si bas. Lors d'une excursion récente dans les Vosges, nous avons pu observer des trous de sorties fréquents dans les souches d'*Abies alba*.

Une étude attentive faite sur vingt souches de *Picea sitchensis*, au milieu d'une clairière à Rienne (Namur) nous permet de conclure que l'on peut trouver environ vingt-cinq Siricides par souche et que les trous de sorties sont

(1) Les circonférences ont été mesurées à 1,50 m du sol.

exposés au sud-ouest tandis que le côté nord en est presque dépourvu. La mortalité des larves de Siricides dans les souches est assez élevée tandis que celle des parasites, spécialement *Ibalia*, est très faible.

2) *Picea abies*

Cette essence, surtout à l'état de chablis, est l'une des plus attaquées par les Siricides. Les arbres atteints de pourriture rouge sont épargnés.

La grosseur de l'arbre infesté est assez variable, mais toujours supérieure à 30 cm de circonférence. Sur les arbres debout, la première ponte s'effectue au sommet du tronc et au cours des années suivantes elle se rapproche de plus en plus de la souche. En Belgique, ces dernières sont indemnes d'attaques (la première année la ponte a lieu à 3 ou 4 m du sommet, la deuxième année à 7 ou 8 m, et elle descend ainsi de 4 à 5 m les années suivantes).

Le nombre de larves par arbre est assez variable et en rapport étroit avec la circonférence du tronc : entre cinquante et mille deux cents avec une moyenne d'environ trois cents pour des arbres de 90 cm de circonférence. Cette essence reçoit toutes les espèces belges : *Sirex juvencus* 68,2 %, *Urocerus gigas* 4,4 %, *Sirex noctilio* moins de 1,5 %, *Xeris spectrum* 25,9 % et *Urocerus augur* rare, moins de 1 ‰.

Les arbres peuvent être atteints sur toute leur longueur aussi bien à l'intérieur qu'à la lisière du peuplement.

Deux particularités concernent surtout *Xeris spectrum*. Les arbres portant des nécroses consécutives aux blessures faites par le gibier, le débardage, des coups de soleil ou de foudre, contiennent très souvent des larves dans la partie de bois mort. Il en est de même pour les arbres à pointes desséchées, ceux-ci étant également attaqués en dessous du dernier verticille encore vivant. Ceci accélère évidemment leur mort; il faut cependant que la pointe desséchée ait au moins 15 cm de circonférence.

D'une étude attentive faite sur trois *Picea abies* de Wisme, nous pouvons tirer les conclusions suivantes. Le nombre

de larves vivantes qu'on peut compter dans un tronc passe par plusieurs maxima successifs, la couleur des trous de sortie et leur nombre laissent supposer qu'il y a eu au moins quatre ou cinq pontes successives sur le même arbre. Cela se confirme lorsque l'on dénombre le sexe des larves : à partir de 8 m uniquement des femelles, entre 1,50 et 7,50 m environ 15 % de mâles et entre 1,50 m et le sol 55 %, or comme on l'a vu, la durée du stade larvaire est plus courte chez les mâles; les larves ont mué environ onze fois dans la première zone, huit fois dans la deuxième et quatre ou cinq fois à la base, chaque lot provient donc de pontes indépendantes. La plupart de ces larves vivantes se trouvent dans le quartier du tronc à exposition sud-ouest.

Le nombre de trous de sorties par mètre courant est beaucoup moins élevé dans l'exposition est, viennent ensuite les expositions nord, sud et ouest, le nombre de trous étant trop faible pour ces deux dernières car un assez grand nombre de larves doit encore sortir. Ces différences entre les diverses expositions confirme ce qui avait été trouvé pour les souches de *Picea sitchensis*.

Le nombre total par mètre courant atteint plusieurs maxima qui vont en augmentant du sommet à la base. Cela confirme les résultats trouvés par ASS et FUNTIKOW (1932) à ceci près que ces chercheurs ont compté bien peu de trous à la base; il est probable qu'ils en auraient dénombré davantage s'ils avaient attendu un an avant de faire leurs observations.

Dans le cas considéré, nous avons aussi noté que le parasitisme affectant les larves restant dans le bois était faible : 8 % par *Ibalia* et 2 % par *Rhyssa*. En outre, la mortalité des larves de *Sirex* (10 %) et des *Ibalia* (10 %) adultes est due au fait que tous ces insectes se sont noyés dans les poches de résine.

3) *Pinus silvestris*

C'est un des résineux le plus attaqué dans le jeune âge. La pratique culturale favorise gravement les attaques, car

on maintient les pins très longtemps serrés, pour permettre un élagage meilleur et on les introduit sur des sols très secs où aucune autre essence noble ne peut pousser.

La localisation de la ponte diffère selon la grosseur et surtout selon la position sociale de l'arbre dans le peuplement. La pente du sol sur lequel la pineraie est installée joue aussi un très grand rôle. L'attaque se fait le plus souvent sur des arbres de l'étage intermédiaire, les dominés étant toujours épargnés. Il ne semble pas y avoir de grosseur optimale pour la ponte (de 12 cm à 1 m de circonférence).

Des observations faites à Han-sur-Lesse sur des arbres de 50 cm de circonférence situés sur des pentes d'exposition différente ont montré que la ponte s'est échelonnée sur toute la longueur sur les arbres de lisière, alors que sur ceux de l'intérieur du peuplement, elle commence seulement aux environs de 2 m.

Dans les pineraies variablement exposées, ce sont les pentes sud qui portent les arbres avec le plus grand nombre de trous de sortie. Ces orifices sont situés assez fort vers la base (à partir de 1 m). Viennent les arbres de la pente ouest (1,50 m), ensuite est (2,50 m) et enfin nord (4 m). Dans ce dernier cas, on compte aussi un nombre réduit de sorties : cinquante alors qu'il y en avait plus de deux cents pour la pente sud.

La recherche des larves vivantes sur les pins chablis est inutile car le bois est atteint de bleuissement (*Ceratocystis* sp., *Diplodia* sp.). Elle est aussi infructueuse aux endroits ayant la fibre torse et sur la partie supérieure des arbres atteints de rouille.

On constate aussi que les populations des pins sur pente sud et ouest sont les plus attaquées par les Pics.

Les *Siricidae* rencontrés en Belgique parasitant ce résineux sont : *Sirex juvencus* 32,6 %, *Sirex noctilio* 59,4 %.

4) *Pinus nigra* var. *austriaca*

Cette essence est, comme la précédente, attaquée dès son jeune âge, mais à partir de dimensions assez fortes, il est extrêmement rare de trouver un arbre mort.

Une seule espèce a été rencontrée : *Sirex noctilio*. La localisation des pontes est assez différente selon la grosseur de l'arbre : à la base chez les petits arbres, beaucoup plus haut chez les gros bois. La mortalité des larves est également liée à ce phénomène, les petits arbres étant plus sujets aux attaques de bleu. Les Pics chercheraient plutôt les gros bois aux larves vivantes nettement plus nombreuses. Il est exceptionnel de rencontrer deux attaques successives sur le même arbre : une fois mort, le bois se décompose très vite.

On trouve parfois des arbres vivants possédant des larves très avancées.

5) Autres résineux

Nous avons rencontré d'autres résineux attaqués mais en trop petit nombre que pour risquer des généralisations. Les voici :

Abies alba : *Sirex juvencus*, *Urocerus gigas* (Ciergnon, Senzeille).

Chamaecyparis lawsoniana : *Sirex juvencus*, *Urocerus gigas* (Rochefort).

Picea omorika : *Sirex juvencus* (Lavaux-Sainte-Anne).

Pinus strobus : *Sirex juvencus et noctilio* (Mont-Gauthier, Ravels).

Pinus rigida : *Sirex juvencus* (Ravels).

Pinus banksiana : *Sirex juvencus, noctilio et Urocerus gigas* (Lavaux-Sainte-Anne).

Pinus maritima : *Sirex noctilio* (Eprave).

Pseudotsuga taxifolia : *Sirex juvencus, Xeris spectrum* (Winenne, Sevry).

Par contre, aucun Siricide n'a été trouvé jusqu'ici dans *Pinus laricio*, *Larix sp.* et *Juniperus sp.*

(A suivre.)

Les Siricides en Belgique, leurs mœurs et leur importance en sylviculture (2^me partie)

par

Fernand WOLF

Ind. bibl.: 145.7(493)

6. — Importance des Siricides en sylviculture.

Les premiers travaux sur l'importance des Siricides en forêt datent du début du XIX^e siècle. Les pionniers furent les auteurs allemands, spécialement BECHSTEIN (1818) dans son « Forstinsectologie » et RATZEBURG (1844); ce dernier démontra une relation entre la défoliation des arbres et l'augmentation des populations de Siricides. Il faut citer ensuite les travaux de HARTIG (1860), TASCHENBERG (1874) et BORRIES (1889).

Cependant, il a fallu attendre les travaux de SCHEIDTER (1923), CHRYSTAL (1928), HANSON (1938), FRANCKE-GROSSMAN (1928, 1939) et surtout BUCHNER (1928), PARKIN (1942) et des auteurs néo-zélandais MILLER (1925), RAWLING (1949), GILMOUR (1965), MORGAN (1966) et COUTTS (1966) pour comprendre l'importance des Siricides dans les peuplements forestiers.

a. — Problèmes posés par les Siricides dans les forêts.

1) Les Siricides attaquent-ils les arbres sains ?

La première question revient à demander si les Siricides sont des ravageurs primaires ou secondaires : BULZEREIT (1833), HARTIG (1837), HAGEN (1860) et RAWLING (1949) admettent que les Siricides peuvent attaquer les arbres sains. Le dernier cité considérait *Pinus radiata* en Nouvelle-Zélande, cette essence n'est pas indigène dans ce pays et elle y souffre de sécheresse fréquente.

Les autres chercheurs ont démontré que les Siricides étaient plutôt secondaires, apparaissant après de nombreux autres agents et causant des dégâts uniquement aux grumes.

En Belgique, les Siricides tendent à devenir ravageurs primaires lorsque leur population devient très dense : alors la femelle s'adresse à peu près à n'importe quel arbre et chacune de ses piqûres provoque au moins une légère nécrose de cambium.

Des pontes forcées de *Sirex noctilio* et *Sirex juvencus*, dans des *Pinus silvestris* sains à Mont-Gauthier, ont effectivement abouti à la mort de ces arbres.

Le forçage des pontes se fait de deux manières différentes et a toujours lieu pendant une journée chaude et assez ensoleillée; la première méthode consiste à placer sur des arbres sains des femelles dont les ailes ont été préalablement engluées; la seconde introduit des femelles aux ailes libres dans des cages en mousseline transparente ceinturant le tronc à une hauteur adéquate.

2) Nature des dégâts et facteurs prédisposant à l'attaque

Les facteurs prédisposant à une attaque de *Siricidae* sont divers mais toujours associés à une baisse de la pression osmotique dans le bois.

a) Dégâts d'insectes phytophages

BECHSTEIN (1818) constata que suite à la dévastation d'une grande zone forestière en Thuringe par *Lymantria monacha* et par les *Scolytidae*, les Siricides devenaient beaucoup plus abondants, ce fut le cas en 1778, 1787, 1797 et 1804. RATZEBURG (1895) fit la même constatation dans la forêt de Brandebourg en 1836, 1837 et 1843 et dans l'est de la Prusse en 1850.

BELEYA (1952) et STILLWELL (1962) firent la même observation au Canada dans les *Abies balsamea* endommagés par des pucerons.

b) Arbres à maturité

BORRIES (1889) constata qu'au Danemark les mélèzes âgés de 120 ans étaient facilement attaqués. Les pertes en grumes causées dans ces conditions ne sont pas négligeables. Lors d'une excursion récente dans les Ardennes françaises (Landrichamps) nous avons fait la même constatation pour *Pinus silvestris*.

c) Conditions défavorables d'humidité et sol superficiel

CHRYSTAL (1928) constata qu'en Grande-Bretagne la sécheresse est un des facteurs prédisposant à l'attaque des *Siricidae*. Il va jusqu'à prétendre que le Sirex est un insecte bénéfique, car par sa présence, il apprend au forestier que des conditions de végétation très défavorables existent en tel ou tel endroit. JACKSON (1955) reconnaît qu'il en est de même en Nouvelle-Zélande du moins lorsque l'on rencontre des conditions précaires imprévues. Sans doute faut-il s'exprimer en la matière d'une façon très nuancée.

Toujours est-il qu'en Belgique, les peuplements de *Picea abies* situés sur les sols superficiels de Famenne possèdent toujours une forte population de Siricides laquelle confirme que l'entreprise était de toute façon risquée ou compromise.

d) Champignons pathogènes

Armillaria mellea.

HANSON (1939) pensait que ce champignon pouvait tuer les pupes et les imagos en train de sortir du bois. Cette observation est en désaccord avec les travaux récents (STILLWELL, 1960; GILMOUR, 1954) qui suggèrent même une certaine symbiose entre ce champignon et les Siricides.

GILMOUR fait cependant remarquer qu'il n'y a pas de corrélation entre l'attaque des Siricides et ce champignon.

Fomes annosus.

BARBEY en 1923 signale que les épicéas pourris ne possèdent pas de Sirex, HANSON (1939) confirme également en partie cette observation pour la Grande-Bretagne, rejetant ainsi l'opinion de CHRYSTAL (1928).

Ce champignon agent de la pourriture rouge, que l'on rencontre assez fréquemment sur *Picea abies*, semble limiter la présence des Siricides en Belgique. Sur plus de cinq cents arbres infestés, que nous avons examinés aucun ne fut trouvé parasité par des Sirex.

e) Pauvreté du sol en éléments minéraux

FRANCKE-GROSSMAN (1963) signale qu'il y a une relation entre la pauvreté du sol et la quantité de xylophages et que ceux-ci régressent lors de l'apport d'engrais.

f) Densité du peuplement

JACKSON (1955) montra que les fortes densités sont favorables aux attaques par les Siricides, ceci étant aggravé par la sécheresse. Les deux causes combinées mirent en péril la culture de *Pinus rigida* en Nouvelle-Zélande. Voici, tiré de cet auteur, le relevé très suggestif des taux de mortalité des *Pinus radiata* plantés à Rotoehu (Nouvelle-Zélande) durant les années 1947 à 1954, donc après 1946 qui fut une année de sécheresse.

Distance initiale (en pieds)	3 × 3	4 × 4	5 × 5	6 × 6	8 × 8	10 × 10	12 × 12	15 × 15
% de mortalité à								
6 ans	60	56	50	42	20	24	—	—
8 ans	89	83	79	59	38	37	28	10

En Belgique, on enregistre aussi une très forte mortalité dans les pins facilement mise en rapport avec une densité trop élevée. Cela s'explique par le fait que ces essences héliophiles sont maintenues trop serrées pour permettre un bon élagage. Le mal est aggravé par le retard apporté par le forestier à effectuer la première éclaircie, cela en raison de la mévente des petits produits. Cette pratique culturale est donc d'autant plus dangereuse qu'elle maintient sur pied un grand nombre de bois morts ou affaiblis ce qui risque de mettre en péril la vie de tout le peuplement.

g) Arbres occasionnellement endommagés

Retenons ici les blessures infligées par le gibier, le débarbage et les nécroses dues à un coup de soleil (cfr *Picea abies*), arbres à cambium légèrement nécrosé par le feu (MILLER, 1935 et SCHNAIDER, 1954), bris de vents et arbres déracinés, pollution atmosphérique (PFEFFER, 1963).

3) Les Siricides vecteurs d'agents pathogènes

Les Siricides peuvent être des agents vecteurs de dangereux champignons pathogènes et spécialement *Armillaria*

mellea. COUTTS (communication personnelle) nous assure qu'*Amylostereum* sp. serait très dangereux pour les arbres en raison des très nombreuses toxines qu'il émet.

b. — Nuisance des Siricides.

La nuisance des Siricides en Belgique est, on le suppose aisément, assez variable et dépend en grande partie du passage des éclaircies et de l'essence résineuse.

1) Dégâts dans les peuplements

On voit (Tabl. 3) qu'avec une densité trop forte ou une rotation dépassant trois ans, les dégâts ne sont pas négligeables et qu'ils pourraient devenir importants lors d'une sécheresse.

Tableau 3. — Dégâts dans les peuplements.

Localités	Essences	Nombre d'années séparant dernière éclaircie	Circon-férence	Nombre attaqué par ha	Nombre total par ha
Focant	<i>P. silvestris</i>	5	40	250	1 100
Lomprez	»	?	20	620	3 000
Bokrijk	»	2	70	1 à 2	?
Ave et Auffer	<i>P. nigra aust.</i>	3	90	5	400
Han/s/Lesse	»	?	20	500	350
Bure	»	4	40	100	1 500
Feschaux	<i>P. abies</i>	4	50	130	1 200
Houyet	»	3	70	200	800
Ciergnon	»	6	90	120	750
Winenne	»	2	90	3	550
Rienne	<i>P. sitchensis</i>	3	80	2	?
Sevry	»	2	90	1	?

2) Dégâts dans les scieries

Les dégâts dans les scieries sont souvent plus élevés à cause de l'apport de chablis ou de grumes ayant traîné tout un été sur le parterre des coupes. Les dégâts sont de l'ordre de 10 % et se rapportent surtout à *Picea* sp. Voici quelques chiffres relatifs à ce genre :

Localités	Nombre de grumes examinées	% attaquées
Eupen	500	7 à 8
Beuraing	100	12
Gedinne	300	11
Verviers	100	7

Et pourtant ces dégâts passent souvent inaperçus. La sciure compacte remplissant la galerie rend celle-ci invisible et les trous de sortie bien circulaires passent pour de petits nœuds arrachés. On ne constate réellement les dégâts que lorsqu'une larve a été coupée, ce qui marque le bois d'une tache jaune citron.

Aux dommages directs, il faut ajouter ceux qui se produisent par la suite parce que le bois est déformé, soumis à une pénétration beaucoup plus aisée des agents mycéliens et exposé davantage aux effets climatiques (*photos 2 et 3*).

On ne possède malheureusement pas de chiffres précisant l'importance des pertes financières provoquées par les Siricides en Belgique. Nous avons néanmoins connaissance d'une perte de 14 000 F à Senzeille, d'une autre de 9 000 F à Winenne et d'une troisième de 11 000 F à Lavaux-Sainte-Anne. Ceci nous étant venu sans trop de recherches, on peut croire que les dégâts annuels pour tout le pays ne sont pas du tout négligeables. Ils sont cependant insignifiants devant ceux subis en Nouvelle-Zélande : MILLER et CLARK estimaient en 1935 les dégâts pour ce seul pays à 100 000 livres sterling par an, GILMOUR (1965) estime que durant la période de 1946 à 1951, dans la partie centrale de ce pays, sur 300 000 acres de *Pinus radiata*, un quart à un tiers des arbres furent tués.

3) Dégâts dans les bois de mines et de papeteries

Les dégâts causés par les Siricides dans les bois de mines et de papeterie ne sont pas négligeables dans bien des cas. Voici le protocole de quatre inspections que nous avons faites dans des stocks de bois de mines.

Ciergnon - *Pinus silvestris* (1 an sur le parterre) 99 % attaqués;

Winenne - *Pinus silvestris* 5 à 6 % attaqués;
 Beauraing - *Pinus silvestris* 8 % attaqués;
 Bure - *Pinus nigra austriaca* 5 % attaqués.

Pour les bois de papeterie, WILSON (1962) signale qu'au Minnesota, les Siricides causent des dégâts négligeables pour l'instant mais qui pourraient devenir très importants.

4) *Autres dégâts*

Outre ces dégâts ordinaires, les Siricides peuvent sévir plus ou moins occasionnellement et causer des pertes financières non négligeables.

BARBEY (1922) décrit un parquet de chêne troué par *Urocerus gigas*, ce parquet reposait sur des traverses d'épicéa.

BONDESEN (1963) signale qu'au Danemark les Siricides furent à l'origine de courts-circuits.

Les Siricides perforèrent des plaques de plomb en de nombreux endroits et spécialement dans les usines d'acide sulfurique (VAYSSIERE, 1916; LAING, 1919; SCOTT, 1920; MANON, 1922 et HART, 1966).

ANDRÉ (1879) signale que les Siricides creusèrent des balles de guerre en plomb.

Urocerus gigas détruisit des planches de chocolat provenant de Suisse (MAC DOUGALL, 1922).

7. — *Moyens de lutte.*

Distinguons trois possibilités :

Lutte biologique }
 Lutte chimique } dans les peuplements.

Protection et désinfection des grumes.

a. — *Lutte biologique.*

Ce mode de lutte qui est souvent le plus économique et le moins dangereux, peut se diviser en deux opérations, la première : spéculation sur les ennemis et la seconde : pratique culturale appropriée.

1) *Ennemis*

a) Insectes

Parmi les insectes, il semble bien que seuls les Cynipides du genre *Ibalia* soient à même de donner des résultats intéressants.

Les Ichneumonides *Rhyssini* à cycle vital trop long dans les régions relativement chaudes et à capacité médiocre de recherche des *Sirex*, semblent devoir être décevants dans bien des cas. Ils restent néanmoins, naturellement très efficaces dans les régions tempérées froides.

Les uns et les autres sont actuellement utilisés avec plus ou moins de bonheur en Nouvelle-Zélande pour lutter contre *Sirex noctilio*.

b) Nématodes

Il semble bien que les Nématodes soient l'un des principaux agents régulateurs des populations de Siricides en Belgique. Des recherches approfondies sont en cours depuis peu au *Sirex biological Unit* pour connaître le comportement de l'espèce et pour trouver le meilleur moyen de la disperser.

c) Maladies

La dissémination artificielle des maladies ne peut évidemment pas être pratiquée tant qu'on est pas mieux informé à ce propos.

d) Oiseaux

Les oiseaux peuvent constituer un excellent moyen de lutte contre les Siricides. Les pics facilitent le travail sanitaire du forestier, car ils permettent à celui-ci de mieux repérer les arbres dépérissants. D'autre part, une augmentation de la population d'oiseaux serait largement indépendante de celle des Siricides et pourrait en principe enrayer toute augmentation brusque de ces ravageurs, ce que ne peuvent faire aussi vite les parasites trop spécifiques. Il reste toutefois difficile d'augmenter la population des oiseaux dans les peuplements résineux. Des résultats encourageants sont obtenus en posant des nichoirs artificiels.

e) Conclusion

On dispose donc de trois éléments plus ou moins contrôlables par l'homme (*Ibalia*, Nématodes, oiseaux) et une lutte biologique rationnelle devrait chercher à les associer tous les trois pour un rendement maximum.

2) Mode de culture

La pratique sylvicole bien conduite est vraisemblablement le meilleur moyen de prévention et de réduction des populations de Siricides et de la plupart des xylophages. Elle peut se résumer en peu de mots : chaque essence à sa place et une densité adéquate pour chaque arbre. Les deux conditions se justifient notamment dans le cas qui nous occupe parce qu'elles concourent à assurer une pression osmotique élevée dans le bois.

Voici en résumé, les prescriptions les plus adéquates :

1° Rotation judicieuse : il semble bien que la rotation de trois ans soit la meilleure car elle évite l'accumulation de bois morts ou affaiblis et elle maintient toujours une distance optimale entre chaque arbre.

2° Eviter l'accumulation de bois morts et de grumes sur les parterres des coupes. On devrait même imposer la coupe des troncs morts dédaignés par les marchands et par conséquent laissés sur pieds.

3° Eviter, dans la mesure du possible, les plantations trop étendues d'une seule essence résineuse.

4° Adjonction d'engrais dans les sites défavorables : FRANCKE-GROSSMAN (1963) a montré, rappelons-le, que l'apport d'engrais tout en apportant une vigueur accrue au peuplement, fait diminuer fortement le taux de parasitisme.

5° Choix de races résistantes ou peu attractives. Certains auteurs (STAL, 1963) croient que de tels arbres existent, mais aucune étude n'a encore été faite à ce sujet.

6° Choix d'arbres-pièges. Tout d'abord il faut rejeter l'emploi de *Picea sitchensis* qui, très efficace comme arbre-piège pour *Scolytidae*, maintient une certaine population de Siricides dans ses souches. On pourrait toutefois parer à cette difficulté en s'imposant de traiter les souches de l'es-

pèce avec un insecticide. Mais pour les autres essences, une simple annélation de quelques arbres l'année précédant la coupe permettrait d'abaisser fortement la population des xylophages à tendance primaire.

b. — Lutte chimique.

La lutte chimique très coûteuse et qui entraîne des déséquilibres dans les populations animales n'a guère été envisagée dans le cas des Siricides. De toute manière, le mode de vie xylophage et la période de vol très étendue rendent ceux-ci très difficiles à atteindre.

1) *Insecticides*

L'usage des substances insecticides est quasi impraticable. Tout au plus pourrait-on y recourir pour le traitement des souches de *Picea sitchensis* ou lors de l'emploi d'autres arbres-pièges. L'utilisation de tels produits a cependant été envisagée par HOWICK (1966) pour l'arrosage des forêts australiennes.

2) *Produits attractifs*

Aucun produit attractif qui permettrait de piéger massivement et sélectivement les adultes n'est connu à ce jour. Nous avons essayé quelques substances : solution sucrée, résine, carboléum, acide acétique, térébentine, eau, mais aucune n'a donné un résultat positif.

3) *Produits fongicides*

Certains auteurs (STHAL, 1963) ont cru pouvoir employer des substances systémiques contre le champignon symbiotique des Sirex.

Ces recherches semblent aujourd'hui abandonnées car les substances injectées dans le tronc au moyen de pipes s'étendent verticalement et très peu radialement.

c. — Protection et désinfection des grumes.

Aucun traitement spécifique n'est connu pour la protection des grumes contre les Siricides (HITCHIN, communi-

cation personnelle). Nous résumons ici les principaux traitements qui pourraient être envisagés.

Le premier est évidemment d'éviter de laisser subsister des grumes sur les parterres de la coupe ou du moins de soumettre ces grumes à une dessiccation rapide, ce qui empêcherait toute ponte de se développer et ferait périr toutes les jeunes larves.

Imprégnation : méthode souvent trop coûteuse surtout pour la caisserie.

Séjour du bois dans l'eau ou maintien à une très forte humidité ce qui permet le développement de mycoses et tue les larves (plus ou moins un mois).

Recouvrir le bois de produits répulsifs (GRAHAM, 1963) : cette méthode ne tue pas les larves dans le bois, elle empêche tout au plus de nouvelles pontes.

Séchage du bois scié à assez forte température (+ 70°, GRAHAM, 1963; HOWICK, 1966).

Détection des larves aux rayons X; cette méthode très efficace (NEVES, 1960) est encore trop coûteuse pour l'instant.

Emploi de B. H. C. (Lindane) insecticide qui serait très efficace contre les Siricides (STROGANOVA, 1962).

Stérilisation des grumes par la chaleur (HOWICK, 1966).

Fumigation au MeBr (HOWICK, 1966).

Rappelons enfin que certains gouvernements étrangers ont édicté des règlements très sévères (contrôles aux douanes, mises en quarantaine) pour empêcher l'introduction de bois infestés. C'est le cas notamment en Nouvelle-Zélande et en Australie. Sans doute de telles mesures sont-elles difficilement concevables ou applicables dans les pays européens.

Nous tenons à cet égard, de la Station de Technologie forestière de Gembloux, qu'un étuvage à la vapeur à une température de 80-100°C pendant deux heures suffit pour provoquer la mort de toute larve d'insecte présente dans du bois de caisse (jusqu'à 38 mm). L'essai a été réalisé en

collaboration avec la Station de Zoologie appliquée, en vue de répondre aux exigences du service australien de quarantaine lors des exportations belges de verre à vitre.

Conclusions.

1. L'aire de dispersion très vaste des Siricides et le grand nombre de résineux qu'ils parasitent montrent que ces insectes peuvent devenir dangereux. Le commerce international, l'introduction d'essences exotiques et certaines politiques de boisement en résineux favorisent une éventuelle invasion.

En Belgique, contrairement à ce qu'on pouvait supposer d'après les observations des entomologistes durant un siècle, il existe toujours une certaine population de Siricides dans tous les peuplements de résineux. Cette population de Siricides peut être très élevée, spécialement dans les jeunes pineraies où on peut compter plus de trois mille insectes par hectare.

2. Les Siricides montrent un magnifique cas d'adaptation à la vie symbiotique entre un insecte et un champignon.

3. Les recherches que nous avons effectuées surtout en Famenne, ont appris que les Siricides pondent dans un endroit bien précis, qui varie selon l'essence et selon l'exposition, les orientations sud-ouest semblent être optimales. Ceci oblige à réfuter l'opinion jusqu'ici admise selon laquelle le lieu de la ponte serait indifférent.

4. Nos recherches ont confirmé qu'il y a un antagonisme réel entre les champignons du bleuissement (spécialement *Ceratocystis pilifera*) et les Siricides. Elles ont également permis de découvrir qu'une incompatibilité existe entre les Siricides et la pourriture rouge (*Fomes annosus*).

5. Nous avons mis en évidence une spécificité assez poussée de *Sirex noctilio* pour les pins, spécialement *Pinus nigra austriaca*, résultat qui concorde avec ceux qu'on a obtenus en Nouvelle-Zélande mais qui est en léger désaccord avec la vue admise jusqu'ici en Europe selon laquelle ce Sirex serait surtout inféodé au genre *Picea*.

Ce comportement très différent de *Sirex noctilio* confirme la pensée d'un grand nombre de systématiciens selon laquelle cette espèce n'est pas synonyme de *Sirex juvencus*.

6. En Belgique, contrairement à ce que l'on pouvait croire, il existe de nombreux agents régulateurs de population de Siricides. Les insectes parasites à eux seuls diminuent les populations de plus de 40 %. Ces agents régulateurs sont classés par ordre d'importance décroissante : 1. les oiseaux (pics), 2. un Nématode, 3. les *Rhyssa*, 4. un *Ibalia*, 5. des maladies diverses.

7. Malgré le rôle permanent de ces agents régulateurs, la population de Siricides peut-être élevée au point que les dégâts causés aux arbres, spécialement aux chablis, ne sont pas du tout négligeables. Pourtant ils passent souvent inaperçus. Au contraire, dans d'autres pays où, il est vrai, les dégâts sont autrement considérables, on s'est alarmé et on a pris des mesures très étudiées, fondées sur des recherches approfondies.

8. Nous avons essayé d'indiquer les perspectives d'une lutte biologique aussi rationnelle que possible. Mais il reste clair que chez nous, le principal agent régulateur reste le bon forestier avec ses pratiques culturales variées et appropriées et avec sa méfiance vis-à-vis des essences exotiques.

La lutte chimique ne peut être envisagée que dans des cas très particuliers.

Juin 1969.

Principaux Ouvrages consultés

- 1932 ASS, M. et FUNTIKOW, G. — Uber die Biologie und technische Bedeutung der Holzweapen. Z. angew. Ent., XIX, 4, pp. 557-578.
- 1921 BARBEY, A. — Le Sirex et son parasite. J. For. Suisse, LXXIII, pp. 173-176.
- 1925 BARBEY, A. — Traité d'entomologie forestière à l'usage des sylviculteurs. Berger-Lebrault, Paris, 2 éd., 749 p.
- 1952 BELEYA, R. M. — Death and deterioration of balsam fir weakened by spruce budworm defoliation in Ontario.
- 1938 BENSON, R. B. — On the classification of sawflies. Trans. Roy. Ent. Soc. London, CXXXVII, pp. 353-384.

- 1951 BENSON, R. B. — Handbooks for the Identification of British Insects. Roy. Ent. Soc. London, VI, 2a, pp. 1-49.
- 1955 BENSON, R. B. — The sawflies of Israël. Bull. Res. Council Israël, IV, 4, pp. 351-352.
- 1949 BERLAND, L. — Hyménoptères Tenthredoïdes. (Faune de France), P. Lechevalier, Paris, 496 p.
- 1953 BONDESEN, P. — Woodwasps producing short-circuits. Ent. Medd. Copenhagen, XXVI, 6, pp. 495-498.
- 1964 BRAUNS, A. — Taschenbuch der Waldinsekten. G. Fischer Verlag, Berlin, 817 p.
- 1928 BUCHNER, P. — Holznahrung und Symbiose. Springer Verlag, Berlin, 64 p.
- 1951 BUTOVISCH et LEKANDER. — *Hylotrupes bajulus* and other Wood-destroying that occur building. Johnashov. B. Lekander, 32 p.
- 1929 CARTWRIGHT. — Notes on fungus associated with *Sirex cyaneus*. Ann. Appl. Biol., XVI, pp. 182-187.
- 1938 CARTWRIGHT. — A further note on fungus association in the *Siricidae*. Ibidem, XXV, 2, pp. 430-432.
- 1928 CHRYSAL, R. N. — The *Sirex* woodwasps and their importance in Forestry. Bull. Ent. Res., XIX, pp. 219-241.
- 1927 CLARK, A. F. — The infestation of *Sirex juvencus* in Canterbury. The Kura Nyahere, I, pp. 21-22.
- 1930a CLARK, A. F. — A parasite of the steel-blue hortail borer. New Zealand J. Sc. Tech., XII, pp. 145-146.
- 1930b CLARK, A. F. — Forest biological research station. Rept. Dep. Sc. Ind. Res., pp. 56-57.
- 1932 CLARK, A. F. — Insects infesting *Pinus radiata* in New Zealand. New Zealand J. Sc. Tech., XXIII, pp. 235-243.
- 1933 CLARK, A. F. — The Horntail borer and its fungal association. Ibidem, XV, pp. 188-190.
- 1965 COUTTS, M. P. — *Sirex noctilio* and the physiology of *Pinus radiata*. Australian Forestry Timber Bur. Bull., 41 p.
- 1966 CUTTS, M. P. and MOLEZAL, J. E. — Some effects of Bark cincturing on the physiology of *Pinus radiata* and on *Sirex* Attract. Australian Forestry Res., II, 2, pp. 17-28.
- 1950 CHRAIGHEAD, F. C. — Insect enemies of eastern forests. U.S.D.A. misc. Pub., p. 657.
- 1929 DOVNAR-ZAPOLSKY. — Bestimmungstabellen die Larven der Blatt und Holzwespen. Rostrow a. Don.
- 1935 DUNN, M. B. — The function of Woodboring Insects in the Development of Forest. Ent. Soc. Ontario, LXVI, pp. 8-11.
- 1942 ESCHERICH, K. — Die forstinsekten Mittel-Europas.
- 1891 FABRE, J. H. — Le problème des *Sirex*. Souvenirs Ent., IV, chapitre XVIII.
- 1955 FENALD et SHEPARD. — Applied entomology. Mc. Graw-Hill book Co, 5^e Ed., 385 p.
- 1942 FISHER, R. C. — Furniture Beetles and other Wood-boreres. Ann. Applied Biol., XXIX, pp. 313-316.
- 1938 FRANCKE-GROSSMAN. — Beiträge zur Kenntnis der Beziehungen unserer Holzwespen zu Pilzen. VII Int. Kongress f. Ent. Berlin, 1938, pp. 1120-1137.

- 1939 FRANCKE-GROSSMAN. — Über das Zusammenleben von Holzwespen (*Siricidae*) mit Pilzen. Z. Ang. Ent., XXV, pp. 647-680.
- 1954 FRANCKE-GROSSMAN. — Tierische Holzschädlinge Holzwespen (*Siricidae*). Holz Roh-u Werkstoff, XII, pp. 35-38.
- 1957 FRANCKE-GROSSMAN. — Über das Schicksal der Siricidenpilze während der Metamorphose. Tagenbericht 11, Bericht über die 8. Wanderversammlung Deutscher Entomologen, pp. 37-43.
- 1963 FRANCKE-GROSSMAN. — Some new aspects in forest entomology. Ann. Rev. Ent., VIII, pp. 415-438.
- 1953 FRANCKE-GROSSMAN et ROSSEL, D. — Untersuchungen über Eigenschaften des Symbiotischen Pilzen der Holzwespe *Sirex juvenicus* L. und des von ihm befallenen Holzes. Mitteilungen DGIH, n° 50.
- 1965 GILMOUR, J. W. — The life cycle of the fungal symbiot of *Sirex noctilio*. New Zealand J. Forestry, X, pp. 80-89.
- 1963 GRAHAM. — Forest entomology. Mc Graw-Hill book Co, London, 3^e Ed.
- 1939 HANSON, H. S. — Ecological notes on the *Sirex* woodwasps and their parasites. Bull. Ent. Res., XXX, pp. 27-65.
- 1963 HITKIN, N. E. — The insect factor in Wood decay. (Hutchinson Ltd, London, 336 p.)
- 1962 HOWICK, C. D. — *Sirex* - a threat to the timber industry. For. Prod. Newslett C.S.I.R.O. Australia, 292 p.
- 1955 JACKSON, D. S. — The *Pinus radiata* a: *Sirex noctilio* relationship at Rotoeuku Forest. New Zealand Jl. of Forestry, VII, 2, pp. 26-41.
- 1922 MANON. — Les insectes rongeurs de plomb. Rev. Zool. Agric. Applied, XXI, pp. 53-61.
- 1919 MILLER, D. — The economic bearing of hymenopterous insects. New Zealand Jl. Agr., XIX, pp. 201-208.
- 1925 MILLER, D. — Forest and timber insects in New Zealand. Bull. New Zealand Forestry Serv., II.
- 1931 MILLER, D. — Forest Biological research. Rep. dept. Sc. Ind. Res. New Zealand, p. 36.
- 1935 MILLER, D. — Entomological Notes. Ibidem, pp. 1-18.
- 1966 MORGAN, D. et STEWART, N. C. — The effect of *Rhyssa persuasoria* L. on a population of *Sirex noctilio* F. Trans. Roy. Soc. N. Z. Zool., VIII, 4, pp. 31-38.
- 1966b MORGAN, D. et STEWART, N. C. — The biology and behaviour of the Woodwasp *Sirex noctilio* in New Zealand. Ibidem, VII, pp. 195-204.
- 1960 NEVES, C., BAETA, C. et MOREIRE, M. — The use of X-rays in evaluating the quality, soundness and results of treatments of some agricultural and forest products. Agricultura, Lisboa, VIII, pp. 12-17.
- 1942 PARKIN, E. A. — Symbiosis and siricids woodwasps. Ann. Applied Biol., XXIX, 3, pp. 268-274.
- 1963 PFEFFER, A. — Insects pests on Silver Fir in Areas exposed to air pollution. Z. Angew. Ent., LI, 2, pp. 203-207.
- 1960 RAFES, P. M. — Types of galleries of Siricids and regulation in the behaviour of the larva determining the form of its gallery in the Wood. Dokl. Akad. Nauk. SSR, XXXII, 2, pp. 478-480.

- 1961 RAFES, P. M. — The origins of the shape of the passages constructed by the Woodwasp *Paururus noctilio* (Hym. Siricidae) and its relation to habitat. Ent. Obozreniye, XL, 3, pp. 521-540.
- 1950 RAWLINGS, G. B. et WILSON, N. M. — *Sirex noctilio* as a beneficial and destructive insect to *Pinus radiata* in New Zealand. New Zealand J. Forestry, VI, pp. 20-29.
- 1923 SCHEIDTER, F. — Zur Lebensweise unserer Holzwespen. Z. f. Schädlingbekämpfung, I, pp. 89-90.
- 1919 SCHEIDTER, F. — Das Tannensterben im Frankenwalde. Nat. Z. For. u. Land. Stuttgart, XVII, 3, pp. 69-90.
- 1927 SNYDER, T. E. — Defects in Timber caused by insects. Bull. U. S. Dept. Agric., n° 1490, 46 p.
- 1964 STILLWELL, M. A. — The fungus associated with woodwasp occurring in Beech in New Brunswick. Can J. of Bot., XLII, pp. 495-496.
- 1960 STILLWELL, M. A. — Decay Associated with Woodwasps in Balsam Fir Weakened by Insect Attack. Forest Sc., VI, 3, pp. 225-231.
- 1965 STILLWELL, M. A. — Hypopleural organs of the woodwasp Larva *Tremex columba* (L.) containing the fungus *Daedalea unicolor*. (Bull. es Fries). Can. Ent., XCVII, 2, pp. 483-484.
- 1966 STILLWELL, M. A. — Woodwasps (*Siricidae*) in Conifers and the Associated Fungus, *Stereum chailletii* in Eastern Canada. Forest Sc., XII, 1, pp. 121-128.
- 1954 TALBOT, H. B. — Taxonomy of the fungus associated with *Sirex noctilio*. Australian J. Bot., XII, 1, pp. 46-52.
- 1964 VAARTAJA, D. et KING, J. — Fungi associated with a wood wasp in dying pine in Tasmania. Phytopathology, LIV, 8, pp. 1031-1032.
- 1916 VAYSSIÈRE, A. — Dégâts causés par les *Sirex gigas* dans l'installation des chambres de plomb d'une usine du Midi de la France. Bull. Soc. Ent. Fr., pp. 273-274.
- 1962 WILSON, L. F. — Insect damage to field-piled Pulpwood in Northern Minnesota. J. Econ. Ent., LV, 4, pp. 510-516.
- 1968 WOLF, F. — Ethologie des *Siricidae* (Hymenoptera, Symphyta). Bull. Ann. Soc. Ent. Belg., CIV, pp. 427-457.
-