

SUR LES ENNEMIS DES HYMENOPTERES SIRICIDES

par Fernand WOLF*

Introduction

Dans un autre travail, j'ai montré que les Siricides font des dégâts considérables, naguère ignorés, dans les peuplements résineux de Belgique. Le présent mémoire a pour but de présenter les différents parasites de ces Hyménoptères et de montrer leur efficacité qui est réelle dans le contrôle des populations.

Je tiens à remercier M. le Prof. J. LECLERCQ qui a bien voulu m'accueillir dans le laboratoire de Zoologie générale à Gembloux et qui m'a favorisé de ses encouragements et de ses conseils éclairés, MM. les Prof. L. DE CONINCK (Rijksuniversiteit, Gent) et A. VAGO (Institut de Cytopathologie, Saint-Christol-les-Alès, France) qui ont bien voulu examiner, le premier, les Nématodes, le second, les agents pathogènes de Siricides en observation, enfin le personnel du *Sirex Biological Unit* (Ascot - Angleterre) pour l'aide et l'accueil qui m'a été réservé lors de ma visite de ce laboratoire.

Présentation des différents ennemis

Les Siricides ont trois grands groupes d'ennemis :

I. *Les parasites* : comprenant d'une part les Hyménoptères des familles *Ichneumonidae*, *Orussidae* et *Cynipidae* et d'autre part des Nématodes.

II. *Les prédateurs* : oiseaux divers, notamment les Pics.

* Laboratoire de Zoologie générale, Prof. J. LECLERCQ, Faculté des Sciences Agronomiques, Gembloux.

** Déposé à la Rédaction, le 9 mai 1969.

III. *Les maladies* : mycoses et bactérioses diverses en liaison étroite avec les conditions écologiques.

I. PARASITES

A. **Ichneumonidae.**

Les *Ichneumonidae* parasites de Siricides appartiennent à la sous-famille des *Pimplinae* tribu des *Rhyssini*. Les représentants de cette tribu sont très facilement reconnaissables par la présence d'une craquelure transversale sur le lobe médian du mésonotum et par l'absence de carène longitudinale sur le premier tergite abdominal non pétiolé : ce sont des insectes souvent très grands, surtout les femelles qui sont munies d'une longue tarière. Essentiellement paléarctique, cette tribu comporte trois genres, tous représentés en Belgique.

Genre **Rhyssa** GRAVENHORST 1829 :

En Europe, deux espèces dont une est présente en Belgique, *Rhyssa persuasoria* LINNAEUS. Celle-ci a une aire de dispersion très vaste, presque tout l'hémisphère Nord : Canada, Europe, Indes, Japon, Chine, Kamchatka, Corée, Kouriles, Afrique du Nord, Russie, Sakhaline et Etats-Unis (TOWNES, 1965). Elle a été introduite en Nouvelle-Zélande et en Australie pour lutter contre les Siricides.

L'autre espèce *Rhyssa amoena* GRAVENHORST se rencontre essentiellement en Europe centrale : Autriche, Tchécoslovaquie, France, Allemagne, Pologne et URSS jusqu'à Irkustk (MEYR, 1934). Notre Faculté possède une femelle provenant de Basse-Autriche, Weidling.

Genre **Rhyssella** ROHWER 1920 :

Deux espèces en Europe, toutes deux présentes en Belgique : *Rhyssella approximator* FABRICIUS (syn. : *curvipes* GRAVENHORST, *Pseudorhyssa sternata* MARLATT in part), et *Rhyssella obliterated* GRAVENHORST.

La première, eurasiatique, a été trouvée notamment en Europe, au Japon, Kamchatka, Kouriles, Russie, Sakhaline (TOWNES, 1965). Elle s'attaque aussi bien aux Siricidae qu'aux Xiphydriidae. En Belgique, les lieux de captures antérieures à mes chasses corres-

pondaient d'ailleurs avec les endroits où l'on rencontre des Xiphydriidae. Chez les Siricidae, elle semble parasiter plus fréquemment *Sirex noctilio*.

Cette espèce est considérée par certains auteurs comme clepto-parasite (WILSON, 1968).

L'autre espèce, *Rhyssella obliterata* se rencontre essentiellement en Europe centrale : Pologne, Allemagne, Hongrie, Roumanie (OEHLKE, 1967) ; elle n'est connue en Belgique que d'une seule localité : Visé. Elle s'attaque uniquement aux Xiphydriidae.

Genre **Megarhyssa** ASHMEAD 1900 (syn. : *Thalessa* HOLMGREN).

Quatre espèces de ce genre sont connues en Europe ; elles sont difficiles à déterminer. En Belgique on en rencontre deux, *Megarhyssa gigas* LAXMANN (syn. : *histrion* CHRIST) et *superba* SCHRANK. La première espèce a une aire de dispersion assez vaste : Belgique, Pologne, URSS, Tchécoslovaquie et Sakhaline (TOWNES, 1965), la seconde habite l'Europe centrale : France, Allemagne, Autriche, Pologne et Russie d'Europe (OEHLKE, 1967). Les deux autres, absentes en Belgique, sont : *Megarhyssa emarginatoria* THUNBERG et *Megarhyssa perlata* CHRIST.

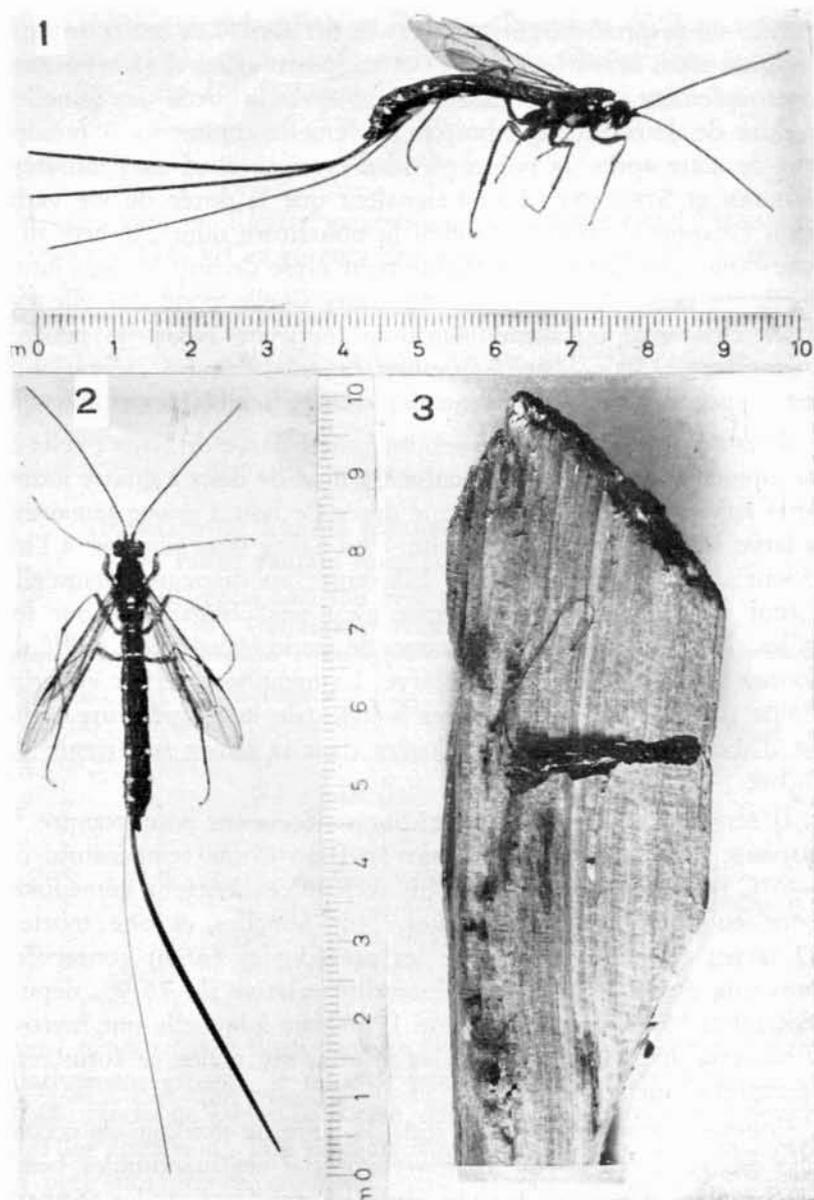
D'après MEYER (1934), les larves de ces *Megarhyssa* seraient assez peu spécifiques quant à l'hôte attaqué : *Cerambyx cerdo*, *Xiphydria camelus* et *Siricidae* divers.

Mœurs des Rhyssini.

Je décrirai surtout les mœurs de *Rhyssa persuasoria* ; ce sont les mieux connues, grâce aux études et expériences récentes faites en Angleterre par le *Sirex Biological Unit* et en Nouvelle-Zélande par MORGAN (1965). On peut supposer que les autres espèces ont un comportement assez semblable. Mes observations personnelles ont pu confirmer les principaux résultats de ces travaux, j'y ajoute des données sur la proportion des sexes et la phénologie de l'espèce en Belgique.

a) Cycle vital de *Rhyssa persuasoria* L.

Les adultes commencent à éclore très tôt dans l'année et précèdent d'au moins un mois les premiers *Sirex* ; cette éclosion est très étalée dans le temps. La nymphose peut se faire très tôt. Ainsi, à Eprave (Namur), j'ai trouvé des nymphes déjà formées



Photos 1 et 2 : *Rhyssa persuasoria* (Rienne, 1966, *Picea sitchensis*).
Photo 3 : *Rhyssella approximator* morte dans sa galerie
(souche de *Picea sitchensis*, Rienne).

en février 1966, alors que les premières nymphoses de *Sirex noctilio* ne se produisirent que vers la fin avril. Les mâles sortent quelques jours avant les femelles et attendent celles-ci sans bouger. L'accouplement se fait immédiatement après la sortie des femelles et dure de deux à cinq minutes. La femelle commence à pondre tout de suite après, la ponte prend de trois à vingt-cinq minutes. MORGAN et STEWART (1966) signalent que la durée de vie varie selon l'époque de ponte et selon la nourriture dont l'insecte dispose : une femelle sans nourriture peut vivre de huit à vingt jours si elle ne pond pas et cinq à dix jours si elle pond ; si elle est nourrie de miel ou d'eau sucrée la longévité passe de neuf à quarante-deux jours dans le premier cas et de neuf à trente jours dans le second cas. J'ai obtenu des chiffres semblables.

Rhyssa persuasoria dépose son œuf sur la larve de *Sirex* ; celle-ci est rapidement paralysée. L'incubation dure de deux à quatre jours, l'état larvaire s'échelonne sur une durée de huit à douze semaines, la larve se nourrit en ectoparasite, c'est-à-dire sans pénétrer à l'intérieur du corps de son hôte. Elle entre en diapause lorsqu'elle a tout consommé. Cette diapause n'est pas obligatoire pour les mâles. Il est très aisé de prolonger le stade larvaire : il suffit de donner un nouveau *Sirex* à la larve. La nymphose se fait au printemps suivant dès les premières hausses de la température ; elle est d'abord le fait des larves logées dans la partie supérieure de l'arbre.

Il semble qu'un coup de froid soit nécessaire pour rompre la diapause : 25 larves placées dans un frigo à une température de -5°C pendant une semaine, puis réchauffées, entrent immédiatement en nymphose (seize mâles, huit femelles et une morte), 25 larves de même taille que les précédentes furent conservées dans une étuve à 20°C et à humidité relative de 75 %, depuis septembre 1965 jusque décembre 1966 date à laquelle une mycose (*Beauveria* sp., A. VEY det.) les affecta, six mâles se formèrent néanmoins, aucune femelle.

Comme le note MORGAN (1966), la larve ne tisse pas de cocon. Elle diffère de *Rhyssella approximator* par ses mandibules beaucoup moins puissantes surtout dans les premiers stades (SPRADBERY, *Sirex Biological Unit*, communication personnelle) et par l'abdomen beaucoup moins cylindrique. La larve passe par quatre stades, la nymphose prend environ quinze jours, ensuite l'insecte parfait creuse le bois pour sortir.

Le cycle le plus commun est d'un an parfois deux pour la femelle et six mois pour les mâles. Il semble cependant qu'il existe des races physiologiques à diapause hivernale facultative (SPRADBERY, *Sirex Biological Unit*, communication personnelle).

b) Attraction de *Rhyssa persuasoria* L.

L'attraction de *Rhyssa persuasoria* fut étudiée par MORGAN et STEWART (1966). Ces auteurs dressèrent un tableau très suggestif à ce sujet (tableau I).

Mes recherches ont bien confirmé ce qui est résumé dans ce tableau. Ainsi à Feschaux, dans les épicéas où les larves étaient très petites, le taux de parasitisme était nul, à Focant dans les

TABLEAU I

Attraction de ***Rhyssa persuasoria*** sur des morceaux de ***Pinus radiata*** infestés par ***Sirex noctilio***
Test répété neuf fois avec trois femelles matures
(MORGAN et STEWART, 1966)

Morceaux de bois	Condition des morceaux de bois	Activité de <i>Rhyssa</i>	
		Recherche	Ponte
1	Pas d'infestation	+	
2	Ponte récente par <i>Sirex</i>	++	
3	Présence de jeunes larves Sorties de <i>Sirex</i> adultes	++	+
4	et larves présentes	++++	++++
5	Sorties de <i>Sirex</i> adultes et larves absentes	++++	++++

Pinus silvestris et à Bure dans les *Pinus nigra* où les larves étaient relativement grosses, le taux de parasitisme s'élevait de 15 % et 24 %, tandis qu'à Han-sur-Lesse, dans les *Pinus nigra*, et à Sevry, dans les épicéas où l'on pouvait trouver à côté des grosses larves un petit nombre de trous de sortie, la population des Siricides était diminuée d'environ 50 %.

D'après HANSON (1939), le taux de parasitisme serait en relation assez étroite avec la grosseur de l'arbre, hypothèse que je n'ai pu vérifier.

On peut donc conclure que *Rhyssa persuasoria* est attirée par l'odeur, soit du mycélium symbiotique que véhiculent normalement les *Sirex*, soit des larves et des adultes de *Sirex*, soit encore par les deux à la fois. La première hypothèse semble plus plausible car j'ai observé des piqûres sur la partie inférieure d'un épicéa dépourvu de larves de *Sirex* alors qu'il y avait de petites larves dans la partie supérieure.

c) *Habilité de Rhyssa persuasoria dans la recherche de ses victimes.*

Le taux de parasitisme varie de 1 à 30 % en Nouvelle-Zélande (MORGAN et STEWART, 1966) ; en Belgique, de 1 à 74 %.

Les *Rhyssa* s'attaquent rarement à des individus plus jeunes que le quatrième stade larvaire, jamais à leurs propres larves.

d) *Hyperparasitisme et antagonisme.*

On connaît peu d'insecte hyperparasite des *Sirex* ; cependant, les *Rhyssa* peuvent, comme les *Sirex* être infestées de Nématodes, plus rarement de mycoses.

On observe chez les femelles, un antagonisme interspécifique et intraspécifique (SPRADBERY, *Sirex Biological Unit*, communication personnelle). La femelle chasse ses congénères lorsqu'elle a trouvé un arbre propice pour la ponte, elle essaye de les mordre aux antennes qu'elle parvient quelquefois à sectionner. Cela n'empêche cependant pas qu'on trouve plusieurs espèces de *Rhyssini* dans un même tronc.

e) *Accouplement.*

Les observations de MEYERS (1928) ont permis de comprendre le mode d'accouplement.

Le mâle agite fortement les antennes et se dirige vers tout ce qui bouge sans distinction de sexe. S'il rencontre une femelle, celle-ci s'immobilise immédiatement ; il la saisit par l'abdomen à l'aide de ses pattes antérieures, la femelle relève l'extrémité de son abdomen, les têtes se placent dans la même direction. L'abdomen du mâle contourne celui de la femelle qu'il va féconder. La durée de l'accouplement est assez courte : trente secondes à cinq minutes. Je n'ai jamais vu de petits mâles accouplés avec de grosses femelles, ni le contraire.

Les conditions ambiantes influencent très peu l'accouplement : le besoin de lumière est peu évident, une température de 10° suffit, il y a cependant un optimum aux environs de 20°.

f) *Proportions des sexes.*

Quelle que soit l'essence résineuse, les mâles de *Rhyssa persuasoria* sont toujours plus abondants que les femelles (tableau III). Chez *Rhyssella curvipes* ce sont les femelles qui dominent numériquement, cependant, on remarque des différences de proportion assez importants selon que la population s'élève dans *Picea abies* et *Pinus nigra* ou *austriaca* (80 à 89 %) ou *Pinus silvestris* (65 %).

g) *Ponte.*

Le mode de ponte a été précisé par la prise d'une série de photos (GARDNER, 1966) et par les travaux récents de MORGAN (1966) et du *Sirex Biological Unit*. Avant l'insertion de sa tarière, la femelle frappe le bois de ses antennes. Lorsque l'endroit propice est repéré, les antennes ne s'agitent plus, l'abdomen se relève de 90° ; la tarière se place entre les fémurs des pattes postérieures, touche le bois en passant entre la seconde paire de pattes et s'enfonce dans le bois tandis que le fourreau se relève. Par une courbure progressive de l'abdomen, la tarière est introduite petit à petit et lorsqu'elle est arrivée à la profondeur voulue la femelle dépose son œuf. Durant toute la ponte, la tarière est guidée par les hanches ; pour la retirer la femelle redresse son abdomen en s'avançant. La tarière est alors nettoyée entre les tibias puis remise dans sa gaine.

h) *Efficacité.*

MORGAN et STEWART (1966) ont remarqué que le nombre de piqûres pour trouver une larve varie de cinq à douze.

A l'heure actuelle *Rhyssa persuasoria* contrôle efficacement la population de *Siricidae* en Belgique bien mieux qu'en Nouvelle-Zélande où elle est introduite depuis 1928 (MILLER et CLARK, 1935). Là, l'échec relatif est sans doute dû aux difficultés de rompre la diapause par un coup de froid. Des observations récentes semblent indiquer qu'il existe des races physiologiques à diapause facultative qui pourraient se montrer plus efficaces dans la lutte contre les *Siricidae*.

B. Cynipoidea.

Les *Cynipoidea* parasites de *Siricidae* appartiennent au genre *Ibalia*. Ce genre se distingue immédiatement par sa taille relativement grande, par son abdomen très comprimé (cultriforme), encore par la nervure cubitale qui atteint le milieu de la nervure basale, et par le deuxième article du tarse de la patte postérieure qui possède un éperon latéral sur le bord interne.

Le genre *Ibalia* a une distribution holarctique et compte 13 espèces dont 7 sont connues en Eurasie. En Belgique on en rencontre seulement deux : *Ibalia leucospoides* HOCHENWARD et *Ibalia drewseni* BORRIES, cette dernière n'étant connue que d'une seule localité : Eupen (SPRADBERY leg., collection du *Sirex Biological Unit*, Ascot).

Ibalia leucospoides HOCHENWARD, 1785.

La femelle a la tête noire, une striation oblique sur le bord postérieur qui est fortement concave, les antennes de 13 articles aussi longues que l'abdomen, le 3^e segment égal au 4^e. Le mâle a le dernier segment antennaire plus pointu, le premier tergite abdominal triangulaire, les antennes de 15 articles. L'abdomen très plat est presque entièrement rougeâtre. Le thorax est presque deux fois aussi long que large, le mésonotum montre une striation transversale et trois sillons longitudinaux. Les ailes sont enfumées et les pattes noires.

a) Mœurs.

Le genre *Ibalia* semble inféodé aux Siricides. Les mœurs d'*Ibalia leucospoides* HOCHENW. sont relativement bien connues grâce aux travaux de CHRYSTAL (1930) et de ZONDAG (1959), le premier ayant travaillé en Grande-Bretagne et le second en Nouvelle-Zélande.

Il s'agit d'un endoparasite. La femelle pond dans les *Sirex* encore au stade œuf ou aux deux premiers âges larvaires. L'œuf déposé est de taille relativement faible 0,3 mm de long et 0,08 mm de large (rappelons que celui de *Sirex juvencus* a 1,6 × 0,38 mm).

ZONDAG (1959) rejette l'hypothèse de CHRYSTAL (1930) selon laquelle la larve de *Sirex* pourrait aussi être parasitée. Parfois deux ou trois œufs sont présents à l'intérieur de l'hôte. La femelle

peut pondre jusqu'à 800 œufs et on peut parfois observer une parthénogenèse arrhénotoque (ZONDAG, 1959). Le stade œuf dure de six semaines à un an, le stade larvaire a une durée indéterminée. La larve passe par quatre âges de durée assez variable. Au premier, elle vit dans le *Sirex* sans lui causer grand tort. Cet âge est également le plus long. Aux deux stades suivants, l'hôte est tué. Le dernier stade se déroule entièrement en dehors de l'hôte, à ce moment l'*Ibalia* tisse un cocon, ce que ne font pas les *Rhyssini*.

Le cycle complet est de durée très variable, selon la température : trois ans, CHRYSTAL, en Angleterre, un an, ZONDAG, en Nouvelle-Zélande. Je l'ai constaté, une température supérieure à 20° rompt la diapause à n'importe quel âge de la larve.

La période de vol s'étend du 24 août au 16 octobre en Grande-Bretagne et du 15 juin au 8 août en Belgique ; ce qui correspond avec la période de vol de *Sirex noctilio*. Cela explique que *Sirex noctilio* soit l'espèce la plus attaquée, on sait qu'à la même époque les œufs de *Xeris* et d'*Urocerus* sont déjà éclos tandis que ceux de *Sirex juvencus* ne sont pas encore pondus.

Le taux de parasitisme est élevé, 20 à 30 % en Grande-Bretagne 15 % en Belgique (tableau III) avec un maximum à Eprave de 75 %.

b) *Habilité d'Ibalia dans la recherche de ses hôtes.*

Ibalia leucospoides est beaucoup plus habile que *Rhyssa persuasoria* dans la recherche de ses victimes, il pond uniquement à coup sûr, ou, tout au moins, uniquement aux endroits où la femelle de *Sirex* a inséré sa tarière.

Les antennes sont garnies de nombreuses cellules olfactives appelées « rhynaria ». Pour trouver les œufs de Siricides, la femelle parcourt l'arbre assez rapidement en agitant fortement les antennes. Lorsqu'elle a repéré un trou de ponte de *Sirex*, elle y introduit les antennes, puis se retourne et enfonce l'extrémité de l'abdomen dans le trou pour pouvoir faire pénétrer l'hypogie. Durant cet acte l'abdomen est maintenu entre les tibias postérieurs. L'appareil de ponte pénètre très peu profondément. La ponte est très brève : de une à quatre minutes.

c) *Accouplement.*

L'accouplement se produit au moment de la première ponte. Il dure de trois à quatre minutes. La femelle étant en train de

pondre et par conséquent immobile, le mâle vient se placer à sa droite après avoir frotté la base de ses antennes contre celles de sa compagne. Il insère son appareil copulateur en dessous de l'hypogée qui reste toujours dans la galerie de ponte. L'accouplement terminé le mâle s'en va, tandis que la femelle reste encore quelques instants occupée à pondre (d'après CHRYSTAL, 1930).

d) *Hyperparasitisme et ennemis.*

CHRYSTAL (1930) et MEYERS (1928) croient que *Rhyssa persuasoria* pourrait aussi parasiter *Ibalia* ; ZONDAG (1959) n'en croit rien, sauf cas vraiment exceptionnel. Je crois pouvoir confirmer cette réticence.

Ici on ne rencontre ni mycose, ni Nématodes. Par ailleurs, on ne rencontre qu'exceptionnellement des adultes morts dans les troncs d'arbres.

Enfin vu leur taille médiocre, leur couleur terne et leur agilité, ces insectes sont sans doute très peu exposés aux attaques des oiseaux.

e) *Aire de dispersion en Belgique.*

Insecte très rares dans les collections belges, on n'en comptait que trois dans celle de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique et un dans celle de notre Faculté, avant mes investigations. Or il est clair maintenant qu'*Ibalia leucospoides* existe, bien représenté dans la plupart des endroits où l'on rencontre des *Siricidae* (tableau II). Les collections de notre Faculté en comptent maintenant plusieurs centaines et j'aurais pu en accumuler davantage.

f) *Spécificité de l'hôte.*

CHRYSTAL (1930) croyait qu'*Ibalia leucospoides* était uniquement parasite de *Sirex cyaneus* F. ; RAWLING (1950) prouva qu'il pouvait attaquer d'autres espèces. A l'heure actuelle, on peut croire qu'il s'attaque à toutes les *Siricinae*.

g) *Utilisation comme moyens de lutte.*

Depuis une vingtaine d'années des études très poussées ont été faites pour introduire cette espèce en Nouvelle-Zélande. La pre-

mière introduction date de 1954 et, depuis 1959, ce parasite semble s'être fort bien acclimaté (RAWLING, 1951, 1952, 1953 ; ZONDAG, 1959).

Il semble que la protection et la multiplication de cette espèce soit le moyen d'avenir le plus utilisable pour lutter contre les *Siricinae*. On l'a vu elle est beaucoup plus efficace et moins exposée aux maladies et aux prédateurs que les *Rhyssa*.

C. Orussidae.

Cette famille d'Hyménoptères Symphytes est la seule du sous-ordre qui soit parasite. Elle ne se rencontre que dans les régions tropicales, à l'exception de quelques espèces très rares notamment *Oryssus abietinus* parasite de Buprestidae.

Cette espèce et donc la famille des Orussidae elle même ne figuraient pas au catalogue de la faune belge. Elles y figureront désormais car j'ai eu la chance de capturer une femelle à Mont-Gauhier (Namur), en 1961 (WOLF, 1967, collection de la Faculté de Gembloux).

Dans les Régions orientales et australiennes, une espèce d'*Orrussidae*, *Guiglia schauinslandi* ASHMEAD, est parasite de *Siricidae*, mais comme elle parasite aussi divers Coléoptères et que le taux de parasitisme aux dépens des Siricides est très faible — moins d'un % — même après ponte forcée, on la tient pour peu efficace (RAWLING, 1957). Elle se rencontre surtout en Nouvelle-Zélande et en Australie (GUIGLIA, 1957). Ses mœurs furent décrites par GOURLAY (1926), en voici un bref résumé. Lorsque la température se réchauffe, l'insecte se met en activité et devient frétilant. Il court le long des troncs en frappant l'arbre de ses antennes afin de repérer une larve hôte. Lorsqu'il en a détecté une, il forme un angle avec son abdomen et projette sa tarière dans le bois, l'abdomen décrit des mouvements sinusoïdaux et à l'aide de ses pattes puissantes, l'insecte fait pénétrer sa tarière beaucoup plus profondément. Le mode d'accouplement est encore inconnu.

*
**

Le tableau II résume ce qui a été dit sur les différents cycles des Siricides et de leurs parasites. Il montre également les liaisons existantes entre chacun d'eux.

Le tableau III résume la majorité des recherches que j'ai effectuées dans les peuplements, ainsi que la fréquence des diverses espèces selon l'essence, la proportion des sexes et le taux de parasitisme.

TABLEAU II
Cycles vitaux des **Siricidae** et de leurs parasites
(tiré en grande partie de HANSON, 1939)

Période	<i>Sirex</i>	<i>Ibalia</i>	<i>Rhyssa</i>
1er été	Ponte	Parasitisme d'un certain nombre d'œufs de <i>Sirex</i> (stade œuf)	—
1er hiver	La larve commence à creuser sa galerie	Parasite interne (toujours stade œuf)	—
2e été	Larve au tiers de sa taille	Parasite interne (larve 1, 2, 3 âge)	Parasitisme de larves de <i>Sirex</i> (même si elles contiennent <i>Ibalia</i> ?)
2e hiver	Larve à la moitié de sa grosseur	Larve continuant à se nourrir comme parasite interne	Larve ayant mangé l'hôte
3e été	Larve au deux tiers de sa grosseur	Larve sortant du <i>Sirex</i> hôte du printemps et mangeant ce qui reste	Première génération qui sort des troncs et va parasiter les larves de <i>Sirex</i> (et d' <i>Ibalia</i> ?)
3e hiver	Larve presque à sa taille normale et se rapprochant de la surface	Larve complètement développée et restant immobile dans la galerie	Larve de 2e génération complètement développée
4e été	Eclosion des adultes	Eclosion des adultes	Eclosion de la 2e génération qui parasite les nymphes de <i>Sirex</i> et d' <i>Ibalia</i>
4e hiver	—		Larve de 3e génération développée
5e été	—		Eclosion de 3e génération

D. Phénologie.

On trouve dans le tableau IV ce qu'on peut savoir des époques de vol des différents insectes parasites comparées à celles des espèces de Siricides en Belgique. Les insectes de collections étant

TABLEAU III
Principaux résultats résumant mes observations faites dans les peuplements (1962-1967)

ESPECES	<i>Sirex noctilio</i>		<i>Sirex juvencus</i>		<i>Urocerus gigas</i>		<i>Urocerus augur</i>		<i>Xeris spectrum</i>		<i>Rhyssa persuasoria</i>			<i>Rhysella curvipes</i>			<i>Megarhyssa</i>			<i>Ibalia</i>		Total %
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	%	♂	♀	%	♂	♀	%		%	
<i>Picea sitchensis</i> .	—	—	80	69	143	108	—	—	19	9	46	31	14,5	1	9	1,8	—	2	0,4	11	2,0	18,9
<i>Picea abies</i> . . .	19	18	931	783	66	44	—	1	489	162	594	309	23,8	16	104	3,2	—	3	0,1	251	6,6	33,7
<i>Pinus nigra</i>																						
var. <i>austriaca</i> . .	242	263	—	—	—	—	—	—	—	—	112	51	15,9	29	106	13,2	—	—	—	219	21,4	50,6
<i>Pinus silvestris</i> . .	633	508	368	256	29	43	—	—	58	23	478	219	16,5	109	176	7,9	—	—	—	719	19,9	44,3
Total général:	874	789	1379	1108	238	196	—	1	557	204	1230	610	23,2	155	395	5,7	—	5	—	1200	15,1	44,0

Soit 7.939 larves ou insectes

rare et éclos dans des conditions souvent exceptionnelles, j'ai préféré tirer des conclusions de mes propres observations. J'ai regroupé les dates d'éclosion relevées dans des cages aérées, placées à l'extérieur, à Gembloux en 1965, et contenant des troncs de *Picea abies* et *Pinus nigra* var. *austriaca* rapportés de Villers-sur-Lesse. Environ 5 m de chaque essence furent mis en observation, chaque morceau mesurait environ 50 cm de circonférence. Ces dates ont été regroupées par périodes phénologiques, selon le système proposé par LECLERCQ (1954) et utilisé maintes fois depuis.

On remarque que l'éclosion des *Rhyssa persuasoria* est très précoce mais également très étalée. Elle commence avant les premiers *Sirex* (période III) et se prolonge après l'apparition de ces derniers (période VIII). Les mâles sont plus précoces que les femelles, mais ce sont ces dernières que l'on rencontre spécialement en fin de saison. Le maximum phénologique correspond, quant à lui au période (III, IV, V), moment où l'on rencontre le plus de *Xeris spectrum* et *Sirex noctilio*. Les *Rhyssella curvipes* ont une période de vol très courte (période III, IV), période qui correspond au maximum de *Rhyssa*. Les *Ibalia* un peu plus tardifs (période IV, V, VI), ont une période de vol un peu plus étalée et elle concorde avec celle de *Sirex noctilio*, ce qui explique peut être pourquoi cette espèce est surtout attaquée.

E. Nématodes.

La présence de Nématodes dans les *Siricidae* est connue depuis peu, elle fut signalée la première fois par ZONDAG (1962) qui en trouva chez le *Sirex noctilio* en Nouvelle-Zélande. Les travaux de dissection qui ont suivi cette découverte ont montré que la plupart des *Siricidae* pouvaient être infestées aussi bien en Belgique que dans le matériel réuni au *Sirex Biological Unit*.

Lors d'une dissection de *Siricidae* adultes ou de larves d'âge avancé on reconnaît deux sortes de Nématodes ; les premiers, plus grands, environ 1 cm, de couleur verdâtre et au nombre d'une dizaine se rencontrent uniquement dans la cavité abdominale. Ce sont les Nématodes parents ou adultes. Les autres beaucoup plus petits, environ 1mm, et plus nombreux (parfois 100.000) se trouvent aussi dans la cavité abdominale mais surtout dans les organes reproducteurs où ils provoquent une hypertrophie des testicules du mâle et par conséquent la castration, ou une stérilisation des

TABLEAU IV

Données phénologiques concernant les **Siricidae**
 et leurs parasites, exemplaires provenant de Villers-sur-Lesse
 (*Picea abies* et *Pinus nigra* : circonférence 50 cm)

Périodes	<i>U. gigas</i>		<i>X. spectrum</i>		<i>S. juvenus</i>		<i>S. noctilio</i>		<i>R. persuasoria</i>		<i>R. approximator</i>		<i>I. leucospoides</i>
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0	0	0	28	2	2	4	0
IV	2	2	31	5	2	2	12	1	10	5	3	15	6
V	1	2	15	6	5	3	19	21	6	2	0	0	8
VI	0	0	1	7	23	18	1	2	1	5	0	0	7
VII	0	0	0	0	12	14	2	1	0	6	0	0	0
VIII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
IX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	3	4	47	18	42	37	34	25	45	21	5	19	21
		7		65		79		59		66		24	21

œufs de la femelle. Il y a environ 30 à 100 petits Nématodes par œuf ; ces petits Nématodes larvaires jouent évidemment un rôle très important dans la propagation de ce parasite.

Les mœurs de ces Nématodes commencent à être mieux connues grâce aux travaux du *Sirex Biological Unit* (communication personnelle, BEDDING). ZONDAG avait cru d'abord que la transmission se fait lors de l'accouplement, mais cela semble impossible. Voici le mode proposé actuellement : une femelle infestée dépose ses œufs dans le tronc et les petits Nématodes voyagent dans les trachéides à la recherche d'œufs sains ; ils parcourent environ 20 cm par semaine et se nourrissent du mycélium symbiotique du *Sirex* pour lequel ils possèdent un tropisme très poussé.

Le taux de parasitisme est très variable et quelque fois très élevé. Il l'est en tous cas souvent en Belgique, en voici la preuve :

Feschaux	<i>Picea abies</i>	<i>Sirex juvencus</i>	0 % de parasités
Feschaux	<i>Picea abies</i>	<i>Xeris spectrum</i>	0 % de parasités
Ciergnon	<i>Picea abies</i>	<i>Sirex juvencus</i>	75 % de parasités
Senzeille	<i>Picea abies</i>	<i>Sirex juvencus</i>	90 % de parasités
Winenne	<i>Picea sitchensis</i>	<i>Urocerus gigas</i>	95 % de parasités
Winenne	<i>Picea sitchensis</i>	<i>Xeris spectrum</i>	0 % de parasités
Winenne	<i>Picea sitchensis</i>	<i>Sirex juvencus</i>	100 % de parasités
Sevry	<i>Picea sitchensis</i>	<i>Sirex juvencus</i>	55 % de parasités
Han-sur-Lesse	<i>Pinus silvestris</i>	<i>Sirex juvencus</i>	90 % de parasités
Han-sur-Lesse	<i>Pinus silvestris</i>	<i>Sirex noctilio</i>	90 % de parasités
Bokrijk	<i>Pinus silvestris</i>	<i>Sirex noctilio</i>	75 % de parasités
Han-sur-Lesse	<i>Pinus nigra</i>	<i>Sirex noctilio</i>	100 % de parasités
Bure	<i>Pinus nigra</i>	<i>Sirex noctilio</i>	40 % de parasités

Selon ZONDAG (1962) les Nématodes pourraient même tuer les larves de *Siricidae*.

Des échantillons ont été soumis à M. le Prof. L. DE CONINCK (Rijksuniversiteit, Gent) et leur étude a été confiée à M. E. GERARD. Celui-ci a bien voulu me faire savoir que l'état actuel de ses examens, il peut conclure qu'il s'agit de représentants de la sous-famille des *Allantonematinae* (famille *Sphaerulariidae*), il est probable que c'est un genre et une ou deux espèces nouvelles. Cette famille fait partie de l'ordre des *Tylenchida* qui contient en outre presque toutes les formes phytoparasitaires.

Les *Rhyssini* sont également parasités par des Nématodes mais il semble qu'il s'agit d'une autre espèce.

II. PREDATEURS : *Picidés*

Les seuls prédateurs connus sont les Pics.

Il est cependant probable que les *Sirex* sont mangés, par d'autres oiseaux car leur vol bruyant, leur couleur assez voyante, leur forte taille et d'autre part l'immobilité de la femelle lors de la ponte en font une proie facile.

Contrairement à l'opinion de CHRYSTAL (1928), les Pics peuvent manger une assez grande quantité de larves (MIDDLEKAUFF, 1960 ; BEAL, 1911 ; EVANS, 1922) et SCHEIDER (1923) va même jusqu'à dire : « the woodpockers are the chief natural enemies of *Siricidae* larvae boring in coniferous trees ».

En Belgique d'après mes notes, le taux de prédation est assez variable, quelquefois très élevé (jusque 70 à 80 % à Han-sur-Lesse). Le principal avantage du Pic est peut-être que cet oiseau signale aux forestiers les arbres tarés et malades, ce qui facilite le travail de nettoyage. On lui reproche toutefois des dégâts importants aux grumes car, en mettant le bois à nu, il expose celui-ci aux attaques très rapides des agents atmosphériques. D'autre part, il s'attaque aux larves logées près de la surface, lesquelles sont presque toujours mâles ou parasitées. Enfin, il sévit tardivement, après qu'un certain nombre de trous de sorties ont déjà été forés.

J'ai également pu observer d'autres oiseaux qui se nourrissaient de *Sirex* adultes occupés à pondre : étourneau, grive, mésange, geai.

III. MALADIES

Les maladies de *Siricides* sont mal connues. Voici un relevé de ce que l'on peut trouver dans la littérature, plus quelques observations personnelles.

Trichoderma viride.

Ce champignon au mycélium verdâtre est mycophage et s'attaque très souvent à *Amylostereum*. On le trouve surtout dans des arbres assez desséchés. Il peut parfois réduire assez fortement la population de *Siricides*.

A Ascot, ce champignon s'est introduit dans les élevages expérimentaux y créant de fâcheux problèmes.

En Belgique, je l'ai rencontré dans *Picea abies* infesté de petites larves de Siricides toutes tuées (Ciergnon, Scy, Miécuret).

Beauveria sp.

Ce champignon momifiant, au mycélium blanc est donné par RAWLING (1953) comme un parasite occasionnel de *Siricidae*.

Aux USA, MOOK (1953) signale un *Beauveria* nuisible à *Tremex columba*.

En Belgique (Wiesme, Vencimont, Rienne, ...), les attaques de ce champignon ne sont pas négligeables. Elles ont même rendu impossibles tous mes élevages en étuves. Ce champignon s'attaque surtout aux grosses larves de Siricides et aux *Rhyssa* au moment de la nymphose, les *Ibalia* sont épargnées.

Ceratocystis pilifera.

Ce champignon du bleuissement des pins et de la plupart des résineux est très nuisible aux Siricides (SPRADBERY, Sirex Biological Unit, communication personnelle). On le rencontre assez couramment en Belgique, l'année qui suit l'attaque d'un Pin par les *Pissodes*, à la base des arbres morts ou encore après les premiers trous de sorties des Siricides. Il se rencontre à peu près sur tous les chablis de Pins ce qui les stérilise de toutes attaques. Dans bien des cas, il élimine les larves au cycle trop long et les *Rhyssini*. Je l'ai rencontré uniquement dans les *Pinus*. Les larves atteintes se dessèchent assez rapidement après avoir pris une coloration noire. Les *Ibalia* semblent résister assez bien.

Ce champignon peut être transmis par des Scolytides et notamment *Xyloterus* sp. (MARCHAL, 1948).

Viroses.

Les cas de viroses chez les Siricides sont très rares et connues depuis KLEIN (1964) qui trouva un virus chez *Sirex juvencus* dans le Harz.

Bactérioses.

Aucune bactérie pathogène n'a été identifiée mais on sait que les Siricides peuvent souffrir de bactérioses, uniquement lorsque les conditions écologiques deviennent mauvaises.

Utilisation des ennemis comme moyen de lutte contre les Siricidae

Il y a deux manières d'organiser une lutte biologique pour réduire les populations de Siricides.

La première est basée sur la pratique sylvicole appropriée, la seconde considérée ici, se résume à une spéculation des ennemis. Il est bon de rappeler que la lutte biologique est souvent la plus économique et la moins dangereuse mais qu'elle ne peut se faire que dans les peuplements ; la protection et la désinfection des grumes reste inévitablement basée sur des traitements chimiques ou tout au moins physiques.

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 souvent décevants. 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 un des principaux agents régulateurs très efficaces des populations de Siricides en Belgique. Des recherches approfondies sont en cours depuis peu au *Sirex Biological Unit* pour connaître le comportement des espèces et pour trouver le meilleur moyen de les disperser.

C. MALADIES.

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

D. OISEAUX.

Les oiseaux, malgré les réserves émises, peuvent constituer un excellent moyen de lutte contre les Siricides. Comme on l'a vu

les Pics attirent opportunément l'attention du forestier et facilitent son travail. 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.

CONCLUSIONS

1° En Belgique, contrairement à ce que l'on pouvait croire, il existe de nombreux agents régulateurs de populations de Siricides. Les insectes parasites à eux seuls diminuent les populations de plus de 40 %. Ces agents régulateurs sont, classés par ordre d'importance.

1. Les oiseaux (Pics) ; 2. les Nématodes ; 3. les *Rhyssa* ; 4. un *Ibalia* ; 5. des maladies.

2° Dans la lutte biologique contre les Siricides, on dispose de trois éléments plus ou moins contrôlables par l'homme :

a) Les Cynipoides du genre *Ibalia* ; b) les Nématodes ; c) certains oiseaux.

Une lutte biologique rationnelle devrait chercher à les associer tous les trois pour un rendement maximum.

3° Mes recherches ont confirmé qu'il y a un antagonisme réel entre les champignons du bleuissement (spécialement *Ceratocystis piliifera* et les Siricides). Elles ont également permis de découvrir qu'une incompatibilité existe entre les Siricides et la pourriture rouge (*Fomes annosus*).

BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME, 1960. — Biological control of Sirex (*New Zealand J.*, VII, 1).
 BARBEY A., 1921. — Le *Sirex* et son parasite (*J. For. Suisse*, LXXIII, pp. 173-176).
 BEAL F.E., 1911. — Food of the woodpeckers of the USA (*USDA. Biol. Saw. Bull.*, XXXVII, pp. 1-64).
 CAMERON E.A., 1963. — North American survey for natural enemies of the Siricidae (*Commission Inst. Biol. Control, Mimeo*).

- CAMERON E.A., 1963. — Field work for the collection of Siricid parasites, California, USA (*Idem.*).
- CAMERON E.A., 1965 a. — The *Siricinae* (Hymenoptera *Siricidae*) and their parasites (*idem.*, V, pp. 1-31).
- CAMERON E.A., 1965 b. — A method for shipping adults parasites of the *Siricidae* (*Can. Ent.*, XCVII, pp. 945-946).
- CHRYSYAL E.N., 1930. — Studies of the *Sirex* parasites (*Oxf. For. Mem.*, XI, pp. 1-63).
- CHRYSYAL E.N. and MEYERS J.G., 1928. — The *Sirex* woodwasp and their parasites (*Emp. For. J.*, VII, 2, pp. 145-154).
- FATTING P.W., 1949. — Some observation on *Megarhyssa* (*Ent. News*, LX, pp. 69-71).
- FRANCKE-GROSSMAN F., 1963. — Some new aspects in forest entomology (*Ann. Rev. Ent.*, VIII, pp. 415-438).
- GARDNER L.M., 1966. — A photographic record of oviposition by *Rhyssa lincolata* (*Can. Ent.*, XCVIII, pp. 95-97).
- GOURLAY E.S., 1926. — Note on the New-Zealand woodwasp *Ophrynopus schauwslandi*. (*Trans. New Zealand*, LVII, pp. 691-693).
- HANSON H., 1939. — Ecological notes on the *Sirex* woodwasps and their parasites (*Bull. Ent. Res.*, XXX, pp. 27-65).
- HOCKING B., 1960. — Smell in Insects: A bibliography with abstracts (*Dept. of national defence*, Ottawa, 266 p.).
- KLEIN A., 1964. — Virus disease of woodwasps (*Anz. Schaldlungst.*, XXXVII, 43 p.).
- LECLERCQ J., 1954. — Monographie systématique, phylogénique et zoogéographique des Hyménoptères Craboniens (*Th. Univers. Lejeunia*, 371 p.).
- MILLER D. and CLARK A., 1935. — Control of forest insects pests. Distribution of parasites in New-Zealand. (*New-Zealand J. Sc. Tech.*, XVI, pp. 301-307).
- MILLER D. and CLARK A., 1937. — The establishment of *Rhyssa persuasoria* in New-Zealand (*idem.*, pp. 63-64).
- MOOK P.V. et WOLFENBARGER D.D., 1953. — Distribution of *Beauveria bossiana* on Elm insects in the limited States. (*Phytopathology*, XXXIII, 1, pp. 76-77).
- MORGAN D. et STEWART N.C., 1966. — The effect of *Rhyssa persuasoria* L. on a population *Sirex noctilio* F. (*Trans. Roy. Soc., New-Zealand Zool.*, VIII, 4, pp. 31-38).
- NOSKIEWICZ J., 1956. — Remarque sur les espèces du groupe *Megarhyssa superba* en Silésie (*Bull. Ent. Polonaise*, XXVI).
- OEHLKE J., 1967. — Hymenopterum catalogus (nova edito) Pars 2 Westpalaeristische *Ichneumonidae*. 1. *Ephialtinae* (C. FERRIERE et J. VAN DER VECHT éd., 49).
- RAWLING G.B., 1951. — The establishment of *Ibalia leucospoides* in New-Zealand (*Forestry Res. New-Zealand Notes*, I, pp. 1-14).
- RAWLING G.B., 1952. — Progress in the establishment of *Ibalia leucospoides* a parasite of *Sirex noctilio*, the horntail borer of pine (*New-Zealand Sc. Rev.*, X, pp. 107-108).
- THOMPSON W.A., 1944. — A catalogue of the parasites and Pretadors of Insects pests, Part. 4. (*Imp. Parasite Serv. Belleville*).
- TOWNES H.K., MOMOI S. and TOWNES M., 1965. — Eastern palearctic *Ichneumonidae*. *Mem. Amer. Ent. Inst.*, V, 661 p).

- WILSON F., 1968. — Biological control of pest and weeds. (*Science Journal*, december, pp. 31-37).
- WOLF F., 1967. — Hyménoptères Symphytes nouveaux pour la faune belge. (*Bul. Ann. Soc. Ent. Belg.*, CIII, p. 333).
- WOLFF F., 1968. — Ethologie des *Siricidae* (Hymenoptera Symphyta). (*Bul. Ann. Soc. Ent. Belg.*, CIV, pp. 427-457).
- ZONDAG R., 1959. — Progress report on the establishment in New-Zealand of *Ibalia leucospoides* a parasit of *Sirex noctilio* (*New-Zealand Forestry Res. Note*, XX, p. 10).
- ZONDAG R., 1962. — A nematode disease of *Sirex noctilio* (*Intrim. Res. Releuse, March*).
-