

LES PARASITES DES COCCINELLES APHIDIPHAGES DANS LES ALPES-MARITIMES ET LES BASSES-ALPES

PAR

G. IPERTI

I. — Introduction

L'évaluation du taux de parasitisme affectant les populations de Coccinelles aphidiphages se heurte à des difficultés très importantes. L'aptitude à la migration de ces Coléoptères, leur pouvoir de dispersion et leur préférence alimentaire empêchent de déterminer à l'avance :

- les zones sur lesquelles s'exercera leur activité prédatrice
- et la persistance de leur attaque sur les pullulations aphidiennes.

Le choix des emplacements où les populations de Coccinelles exerceront leur activité prédatrice s'effectue selon un processus complexe. Ce phénomène reste étroitement lié à la présence d'une population aphidienne donnée, elle-même sous la dépendance de l'existence annuellement assurée de certains types de cultures sur des surfaces aux localisations variables.

La durée d'attaque des prédateurs varie avec l'importance et la persistance de la pullulation aphidienne qui détermineront l'intensité de la compétition nutritive opposant les larves aux adultes d'une même espèce de Coccinelles et partant la dispersion de ces derniers.

De telles considérations montrent les difficultés rencontrées par les populations de parasites de Coccinelles pour trouver en permanence un hôte présent à un stade préférentiel défini.

Une étude suivie du parasitisme affectant les prédateurs aphidiphages demande la mise au point d'une méthode d'investigation particulière permettant de déterminer l'évolution du taux de parasitisme d'une population de Coccinelles, tout au long de l'année, dans ses différentes zones d'action et de repos. Cet aspect dynamique du problème conduit l'observateur à sortir du cadre étroit du biotope, pour suivre les Coccinelles dans leur déplacement tout au long de l'année, depuis les basses plaines de culture au printemps, en passant par les pentes

des collines ou des montagnes en été et se terminant pour certaines espèces jusqu'à leurs sommets en hiver. La pratique d'une telle méthode s'applique parfaitement à l'évaluation du pourcentage de parasitisme intéressant une espèce migrante du type *Coccinella 7 punctata* L. et *Adonia 11 notata* SCHNEID. Pour les espèces sédentaires cette façon d'opérer se montre la seule efficace tant leur aptitude à la dispersion reste importante.

De nombreux parasites (insectes, champignons, maladies, etc.) attaquent les populations de Coccinelles aphidiphages aux stades adulte, larvaire et nymphal. Durant les années 1961, 1962 je me suis attaché :

- d'une part, à préciser l'inventaire des différents parasites obtenus dans la région d'Antibes à partir des principales espèces de Coccinelles aphidiphages à savoir : *Adonia 11 notata* SCHNEID., *Adonia variegata* GOEZE, *Coccinella 7 punctata* L., *Harmonia 14 punctata* L. et *Harmonia conglobata* L., éventuellement *Coccinella 10 punctata* et *Harmonia 4 punctata* PONTOPP.;
- d'autre part, à déterminer la biologie des parasites essentiels;
- enfin, à suivre l'évolution du taux de parasitisme intéressant une espèce migrante (*Coccinella 7 punctata* L.) et une espèce sédentaire (*Harmonia 14 punctata* L.) dans les Alpes-Maritimes et les Basses-Alpes.

II. — Inventaire des parasites

En fonction notamment de leur durée relative décroissante les différents stades adulte, larvaire et nymphal des principales espèces aphidiphages semblent plus ou moins réceptifs à l'action des nombreux parasites présents en un lieu donné.

Les parasites, à ce jour, n'ont pu être tous identifiés par les spécialistes à qui ils ont été soumis, certaines espèces nouvelles seront décrites ultérieurement. Nous pensons cependant utile de faire, dès à présent, le point sur leur importance relative.

I. — PARASITES DES ADULTES

Des dissections pratiquées sur des adultes en activité et sur des adultes au repos (essentiellement pour les Coccinelles migrantes) permirent d'établir leur liste respective.

a) *Parasites des espèces sédentaires :*

HYMÉNOPTÈRES.

Braconidae : *Perilitus coccinellae* SCHRANK rencontré sur *Harmonia 14 punctata* L., *Harmonia conglobata* L., *Harmonia 4 punctata* PONTOPP., *Adonia variegata* GOEZE.

DIPTÈRES.

Tachinidae sp. rencontré sur *Harmonia 14 punctata* L.

NÉMATODES.

Mermis sp. rencontré sur *Adonia variegata* GOEZE.

Parasitylenchoïdes n. sp. (*Allantonematidae*) rencontré sur *Harmonia 14 punctata* L., *Harmonia conglobata* L.

SPOROZOAIRES.

Grégarines rencontrées sur *Coccinella 7 punctata* L., *Adonia variegata* GOEZE, *Harmonia 14 punctata* L., *Harmonia conglobata* L.

CHAMPIGNONS.

Beauveria du groupe *bassiana* rencontré sur *Harmonia 4 punctata* PONTOPP.
Laboulbenia sp. rencontré sur *Coccinella 10 punctata* L.

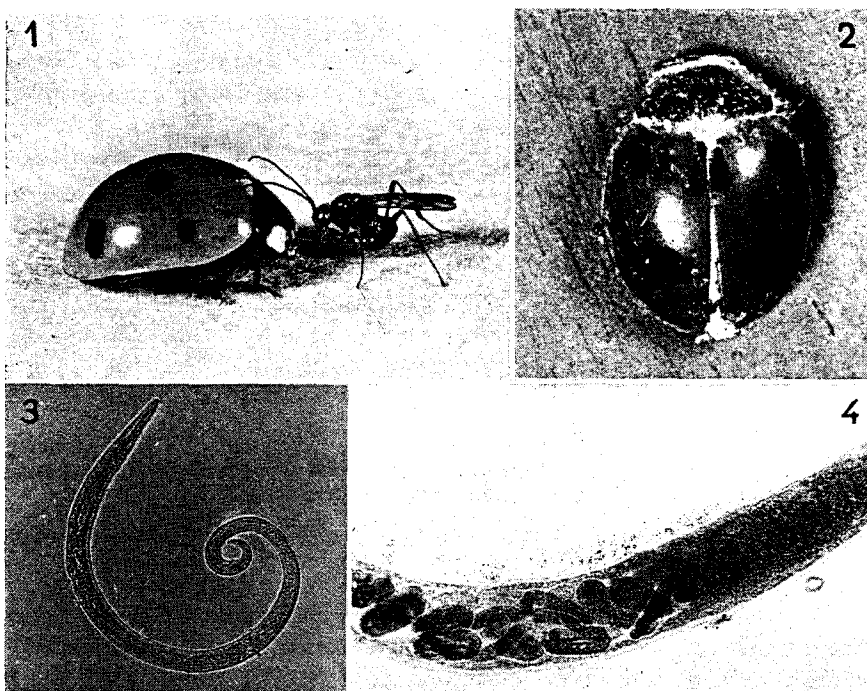


Planche 1 : Parasites des adultes

- 1 : *Perilitus coccinellae* attaquant un adulte de *C. 7 punctata*.
- 2 : Adulte hivernant d'*A. 11 notata* parasité par *Beauveria* groupe *bassiana*.
- 3 : Mâle de *Parasitylenchoïdes* n. sp. parasite d'*H. 14 punctata*.
- 4 : Œufs embryonnés dans le corps d'une femelle de *Parasitylenchoïdes* n. sp. parasite d'*H. 14 punctata*.

(Clichés « Station de Zoologie agricole et de Lutte biologique d'Antibes »)

b) *Parasites des espèces migrantes :*

HYMÉNOPTÈRES.

Braconidae

Perilitus coccinellae SCHRANK rencontré sur : *Coccinella 7 punctata* L.,
Adonia 11 notata SCHNEID.

NÉMATODES.

Mermis sp. rencontré sur : *Coccinella 7 punctata* L., *Adonia 11 notata*
SCHNEID.

CHAMPIGNONS.

Beauveria du groupe *bassiana* rencontré sur : *Adonia 11 notata* SCHNEID.
Coccinella 7 punctata L.

Une rapide comparaison de l'inventaire des parasites affectant les espèces sédentaires et migrantes de Coccinelles permet d'enregistrer deux différences essentielles :

- d'une part, les aphidiphages sédentaires semblent attaqués par un plus grand nombre de types de parasites que les adultes migrants.
- d'autre part, si le principal parasite des espèces sédentaires appartient à la famille des nématodes du genre *Parasitylenchoïdes*, le parasite essentiel des Coccinelles migrantes est le Braconide : *Perilitus coccinellae* SCHRANK.

2. — PARASITES DES LARVES

La récolte et l'isolement des larves âgées de différentes espèces de Coccinelles aphidiphages permettent l'obtention de deux *Hyménoptères Chalcidiens*.

Encyrtidae : *Homalotylus flaminius* DALM. récolté sur : *Coccinella 7 punctata* L.,
Harmonia 14 punctata L., *Adonia variegata* GOEZE.

Eulophidae : *Tetrastichus coccinellae* KURD. récolté sur : *Coccinella 7 punctata* L.

On observe parfois la présence d'un *Proctotrypide* du genre *Lygocerus*, parasite primaire d'*Homalotylus flaminius* DALM. et hyperparasite des larves de *Coccinella 7 punctata* L.

3. — PARASITES DE NYMPHES

Un contrôle de parasitisme effectué sur nymphes de Coccinelles permet de mettre en évidence les parasites suivants :

HYMÉNOPTÈRES.

Eulophidae : *Tetrastichus coccinellae* KURD. récolté sur : *Adalia 2 punctata* L.,
Coccinella 7 punctata L., *Harmonia 4 punctata* PONTOFF.

Encyrtidae : *Homalotylus flaminius* DALM. récolté sur : *Coccinella 7 punctata* L.

DIPTÈRES.

Phoridae : *Phalacrotophora* sp. récolté sur : *Coccinella 7 punctata* L., *Adonia variegata* GOEZE.

Il faut noter le caractère occasionnel dans le temps et dans l'espace de l'obtention des *Phoridae*.



Planche 2 : Parasites des larves et des nymphes

- 1 : Dépouille d'une larve de *C. 7 punctata* parasitée par *H. flaminus*.
 2 : Dépouille d'une nymphe de *C. 7 punctata* parasitée par *T. coccinellae*.
 3 : *Lygocerus* sp. parasite secondaire sur une larve de *C. 7 punctata*.
 4 : Aspect caractéristique d'une nymphe de *A. variegata* parasitée par *Phalacrotophora*.

(Clichés « Station de Zoologie agricole et de Lutte biologique d'Antibes »)

4. — CONCLUSION : LES PARASITES ESSENTIELS

Cette analyse succincte apporte des précisions sur la présence et la fréquence d'action des différents types de parasites obtenus aux diverses périodes de la vie des Coccinelles.

1° Les formes parasites récoltées au stade adulte des prédateurs diffèrent totalement de celles rencontrées au stade larvaire ou nymphal.

2° Les populations adultes de Coccinelles servent d'hôtes à un plus grand nombre de groupes entomophages.

3° Les stades adulte, nymphal et larvaire des prédateurs aphidiphages renferment respectivement un pourcentage prédominant d'un parasite essentiel et différent suivant les trois grandes époques de vie de l'insecte :

Stade adulte : espèces sédentaires :

parasite essentiel : Nématode (*Parasitylenchoïdes* n. sp.)

Stade adulte : espèces migrantes :

parasite essentiel : *Braconidae* (*Perilitus coccinellae* SCHR.)

Stade larvaire :

parasite essentiel : *Encyrtidae* (*Homalotylus flaminus* DALM.)

Stade nymphal :

parasite essentiel : *Eulophidae* (*Tetrastichus coccinellae* KURD.)

III. — Biologie des parasites essentiels des coccinelles aphidiphages

1. — PARASITE ESSENTIEL DES ADULTES SÉDENTAIRES

(Type *Harmonia* 14 *punctata* L.)

— *Parasitylenchoïdes* n. sp. *Nematoda*, *Allantonematidae* (cette nouvelle espèce sera décrite ultérieurement).

Un nématode appartenant au genre *Parasitylenchoïdes* attaque des imagos de certaines Coccinelles aphidiphages en particulier *Harmonia* 14 *punctata* L. et *Harmonia conglobata* L.

Les nématodes appartenant à ce groupe présentent un dimorphisme sexuel marqué. Les femelles adultes prennent une forme élargie et presque boudinée, tandis que les mâles très allongés et effilés enroulent fréquemment leurs extrémités en spirale.

— *Biologie* : La dissection des adultes d'*Harmonia* 14 *punctata* L. montre une période d'activité du *Parasitylenchoïdes* n. sp. s'étendant de mai à octobre, avec un maximum d'intensité à la fin de l'été et au début de l'automne.

Les organes génitaux occupent entièrement le corps des adultes

du Nématode. Espèce ovovivipare les femelles adultes du parasite libèrent de jeunes larves dans la cavité générale de l'hôte.

On ne rencontre jamais de mâle de *Parasitylenchoïdes* n. sp. dans le corps des imagos de Coccinelles qui contiennent des femelles adultes n'ayant pas encore pondu. Seuls les adultes de Coléoptères qui renferment des femelles de nématode en train de pondre recèlent également des mâles. A la loupe binoculaire ces derniers se distinguent difficilement des jeunes femelles du 1^{er} et 2^e stade.

La femelle adulte du nématode libère des larves des deux sexes. Seuls, semble-t-il, les mâles atteignent rapidement leur maturité. Ils doivent féconder les jeunes femelles peu avant que ces dernières ne quittent leur hôte primaire, à un stade défini de leur évolution, pour aller contaminer d'autres adultes de Coccinelles, achever leur maturation dans un hôte secondaire et libérer d'autres larves.

L'existence d'un stade larvaire migrateur pour les femelles de *Parasitylenchoïdes* n. sp. paraît probable. Le processus de contamination reste à préciser.

Dans la cavité générale d'un seul imago d'*Harmonia 14 punctata* L. on compte de 1 ou 2 à 140 femelles adultes de nématode ; la quantité de jeunes larves femelles et de mâles peut atteindre 7 500 individus.

En octobre la cavité générale des *Harmonia 14 punctata* L. renfermant une population de *Parasitylenchoïdes* n. sp., contient également des nématodes dont la morphologie se transforme jusqu'à les faire ressembler à des sphères irrégulières et opaques. On se trouve vraisemblablement en présence de la forme résistante de l'espèce parasite apte à passer l'hiver.

— *Influence de Parasitylenchoïdes* n. sp. sur la physiologie d'*Harmonia 14 punctata* L. : La grande quantité de nématodes vivant dans la cavité générale des *Harmonia 14 punctata* L. ne semble pas entraîner d'action rapidement létale à l'égard des Coccinelles. Pourtant des troubles physiologiques sérieux apparaissent inmanquablement. L'action du *Parasitylenchoïdes* n. sp. sur l'imparfait déroulement de la spermatogénèse des mâles de Coccinelle demande une étude histologique complète, mais son influence sur l'ovogénèse des femelles d'*Harmonia 14 punctata* L. se constate plus directement.

La dissection des femelles de Coccinelles parasitées montre un ralentissement marqué sinon un arrêt total du processus de maturation des œufs. Les gaines ovariennes abondamment garnies d'ovocytes à différents stades de leur évolution et d'œufs prêts à être pondus dans le cas de femelle de Coccinelles saines et mûres, se vident presque complètement lorsque *Parasitylenchoïdes* n. sp. les parasite.

Le relevé suivant donne une idée de l'influence néfaste du *Parasitylenchoïdes* n. sp. sur la fécondité d'une population parasitée d'*Harmonia 14 punctata* L.

INFLUENCE SUR L'OVOGÉNÈSE DES FEMELLES d' <i>Harmonia 14 punctata</i> L.			
		34,5 % non mûres	
% de femelles parasitées.....	69	25,8 % mûres	0 œuf
		3,5 % mûres	1 œuf
		1,7 % mûres	2 œufs
		3,5 % mûres	3 œufs.
% de mâles parasités.....	31		

Sous l'action du parasite, indépendamment du fait que les femelles jeunes d'*Harmonia 14 punctata* L. n'atteindront sans doute jamais leur maturité sexuelle, les femelles gravides de Coccinelles voient leur potentiel de fécondité s'annuler ou s'abaisser considérablement (1, 2, 3 œufs au lieu de 20 à 30 œufs).

Dans le cas des espèces aphidiphages *Harmonia 14 punctata* L. et *Harmonia conglobata* L. le *Parasitylenchoïdes* n. sp. constitue un facteur limitant important de leur pullulation.

En réduisant considérablement la fécondité des femelles, surtout à la veille de leur entrée en hibernation, il hypothèque sérieusement l'importance des populations de Coccinelles aptes à reprendre activité au printemps suivant.

2. — PARASITE ESSENTIEL DES ADULTES MIGRANTS

(Type *Coccinella 7 punctata* L.)

Perilitus coccinellae SCHRANK (*Braconidae*, *Euphorinae*)

Les *Euphorinae* renferment des espèces dont la grande majorité se développe en parasite endophage d'adultes de Coléoptères. Le genre le mieux connu *Perilitus* attaque les *Coccinellidae* et les *Curculionidae*, alors que *Microctonus* parasite principalement les *Curculionidae*, *Chrysomelidae* et *Tenebrionidae*.

Créé en 1818 par NEES, le genre *Perilitus* (= *Dinocampus* FÖRSTER 1862) comprend deux espèces considérées par DOMENICHINI comme parasites exclusifs de *Coccinellinae* :

Perilitus coccinellae SCHRANK (sur *Coleophorini*, *Hippodamiini*, *Coccinellini*) parasite endophage solitaire (cosmopolite).

Perilitus stuardoi PORT. (sur *Scymnini*, *Coccinellini*) parasite endophage solitaire (Amérique du Sud).

P. coccinellae SCHRANK parasite dans la région d'Antibes de nombreux adultes aphidiphages, en particulier *Adonia variegata* GOEZE, *Adonia 11 notata* SCHNEID., *Harmonia 14 punctata* L., *Harmonia 4 punctata* PONTOPP. et *Coccinella 7 punctata* L.

Biologie : La période d'activité du *Perilitus coccinellae* SCHR. s'étend de mai à septembre. Cet insecte se reproduit par parthénogenèse thélytoque indéfinie. La femelle pond ses œufs dans le corps des adultes de Coccinelle. L'abdomen replié sous son corps, la tarière dirigée vers l'avant, le braconide suit sa victime jusqu'à ce qu'elle s'arrête. Il introduit alors son mince oviscapte au travers des sutures intersegmentaires, le plus souvent, entre la tête et le thorax, et pond un œuf faiblement pédicellé que l'on retrouve à la dissection baignant dans l'hémolymph de la cavité générale, au niveau du pygidium. L'évolution embryonnaire et larvaire a été décrite par OGLOBIN (1913-1924).

La larve du dernier stade se transforme en prénymphe qui déchire la membrane intersegmentaire dorsale de l'abdomen, émerge de dessous les élytres de l'hôte et va tisser son cocon entre les pattes de la Coccinelle, retenant prisonnier sur son support, le coléoptère très affaibli.

La femelle adulte issue du cocon contient déjà des œufs mûrs et peut commencer à parasiter d'autres adultes de Coccinelle.

P. coccinellae SCHR. hiverne au 1^{er} stade dans la cavité générale des hôtes eux-mêmes en dormance.

En laboratoire, sa longévité varie de 3 à 11 jours (20-25 °C, 70 % H.R.), elle peut atteindre 21 jours à 14 °C et 85 % H.R.

Durée d'évolution du parasite : L'étude comparée de la durée du cycle de *P. coccinellae* SCHR. selon l'espèce hôte considérée et à diverses époques de l'année permet de préciser certaines données biologiques inhérentes à l'évolution du Braconide.

Les résultats enregistrés conduisent aux conclusions suivantes :

- la durée d'évolution du parasite, variable avec la saison (20 à 30 jours), demeure égale pour les différents hôtes proposés;
- la température influe essentiellement sur la rapidité de développement des stades larvaires qui de 12 à 14 jours en été atteint 20 à 21 jours au printemps.

Le temps nécessaire à la nymphose demeure à peu près constant et demande environ 7 à 9 jours.

Choix de l'espèce hôte : Des observations effectuées en laboratoire montrent une préférence marquée du parasite à l'égard de certains hôtes.

Si on met à la disposition d'une femelle pondreuse du Braconide dans une enceinte fermée d'un volume d'un litre environ, un nombre variable de Coccinelles de différentes espèces, pourvues de nourriture aphidienne, on constate que :

- Lorsque le choix est possible *P. coccinellae* attaque de préférence *C. 7 punctata* et *A. 11 notata*.
- Ces hôtes donnent la plus grande proportion de descendance normalement évoluée.

BRYDEN & BISHOP (1945), WALKER (1962) et différents auteurs européens classent parmi les hôtes préférentiels de *P. coccinellae* SCHR. les Coccinelles aphidiphages suivantes : *C. 7 punctata*, *C. 5 punctata*, *C. 11 punctata* et accidentellement *A. variegata*. Toutes ces espèces donnent naissance à des parasites vivants, tandis que d'autres comme *H. 14 punctata* et *A. 2 punctata* susceptibles d'être attaquées par ce Braconide ne produisent pas de descendance viable.

Nos conclusions personnelles rejoignent les idées précédemment émises quant à la préférence marquée de *P. coccinellae* SCHR. à l'égard de *C. 7 punctata* et permettent d'ajouter à la liste des hôtes préférentiels *A. 11 notata* capable également de donner naissance à des parasites viables. Elles montrent parallèlement qu'il s'avère très difficile mais non impossible d'obtenir l'éclosion d'un imago vivant de Braconide dont *H. 14 punctata* abrite l'évolution larvaire (les nombreux essais de parasitisme artificiel tentés sur *H. 14 punctata* aboutirent à l'obtention de nombreux cocons, un seul d'entre eux libéra un adulte normal).

Enfin, elles mettent en doute le caractère occasionnel avec lequel *A. variegata* constituerait un hôte, au regard du taux de parasitisme (12,5 à 25 %) affectant annuellement les rassemblements d'adultes hivernants de ce prédateur.

Les adultes de Coccinelles récoltés dans la nature montrent à la dissection qu'ils peuvent renfermer plusieurs larves de *P. coccinellae* SCHR. Un seul individu parviendra à se développer après avoir éliminé les larves concurrentes.

En libérant de l'emprise du cocon des *C. 7 punctata* ayant donné naissance à un nouvel imago de Braconide, on constate un affaiblissement considérable de la Coccinelle accompagné de troubles locomoteurs importants, généralement de tels individus meurent une à deux semaines plus tard.

Les caractères biologiques de ce Braconide devraient lui conférer une grande nuisibilité à l'égard des populations de Coccinelles. En effet, *P. coccinellae* SCHR. possède une fécondité potentielle de l'ordre de 100 œufs. Espèce parthénogénétique et polyvoltine, le Braconide effectue un cycle en un mois environ et peut accomplir au moins trois à quatre générations annuelles. Pourtant, il demeure un parasite mineur des adultes de Coccinelles. Plusieurs raisons concourent à cet état de fait :

- a) Chaque imago hôte autorise la nourriture endoparasitaire d'une seule larve, abaissant considérablement le taux de multiplication du Braconide du fait du superparasitisme;
- b) *P. coccinellae* SCHR. présente une préférence marquée pour les adultes de Coccinelles migrantes, à savoir *C. 7 punctata* et *A. 11 notata* (qui sont également les plus volumineux). La dormance de ces deux espèces intervient rapidement en été induisant également celle du parasite au premier stade larvaire;

- c) Une espèce comme *H. 14 punctata* ne libère que très rarement des adultes viables (Voir fig. 1).

3. — PARASITE ESSENTIEL DE LARVES DE COCCINELLES

Homalotylus flaminivius DALM. (*Chalcidoidea, Encyrtidae*)

Le genre *Homalotylus* créé en 1875 par GUSTAVE MAYR fut révisé par PH. TIMBERLAKE qui a réparti les 16 espèces qui le composent en 3 groupes.

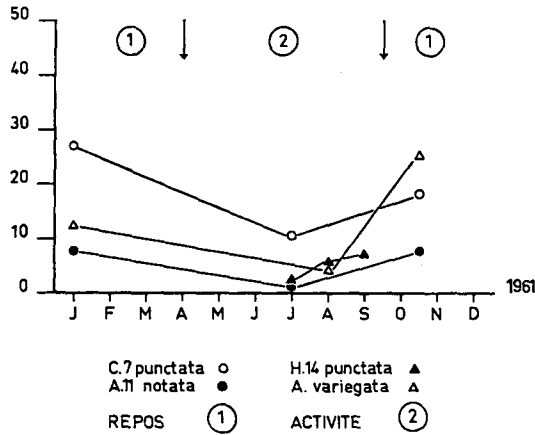


FIG. 1 : Pourcentage de différentes espèces de Coccinelles aphidiphages adultes parasitées par *Perilitus coccinellae* SCHRANK.

Toutes ces espèces parasitent essentiellement des larves de Coccinelles. Deux d'entre elles attaquent également des larves de chrysomèles : *H. californicus* a été obtenu à partir d'une galéruque du saule par G. DIMMOCK (1898) et un autre *Homalotylus* du groupe *flaminivius* (indéterminé) fut récolté sur une larve de chrysomèle (indéterminée) par F. WALKER.

Au cours des deux années 1961-1962 et dans la région d'Antibes de nombreuses larves aphidiphages de *Coccinella 7 punctata* L., *Harmonia 14 punctata* L., *Harmonia conglobata* L., *Adonia variegata* GOEZE, donnèrent naissance à cet Hyménoptère.

Biologie : (MARTELLI, 1908 — ISHII, 1937 — DOMENICHINI, 1956). La période d'activité d'*H. flaminivius* s'étend d'avril-mai à septembre-octobre. A l'aide de sa tarière la femelle dépose ses œufs à l'intérieur de la larve de Coccinelle, généralement fixée par son pseudopode rétractile, donc en cours de mue. Au bout de quelques jours la larve parasitée prend un aspect boudiné et simultanément sa cuticule se durcit adoptant une couleur foncée.

Plusieurs *H. flaminivius* se développent dans une seule larve de Coccinelle et chacun d'eux accomplit ses transformations au sein d'une cellule isolée constituée par le restant des tissus et des organes desséchés de l'hôte. Un peu plus tard, chacun des encyrtides nouvellement formé pratique une petite ouverture circulaire dans la cuticule de l'hôte et s'en échappe. Sexuellement mûrs à leur naissance, les adultes peuvent immédiatement parasiter d'autres larves de Coccinelles.

H. flaminivius hiverne au stade prénympgal à l'intérieur des enveloppes larvaires durcies des Coccinelles. Dans les conditions du laboratoire la longévité de ce parasite paraît relativement courte; elle varie de 6 à 11 jours.

Durée d'évolution du parasite : La durée moyenne d'évolution du parasite varie au cours de l'année de 25 à 45 jours chez *C. 7 punctata*. Elle change également suivant l'hôte (plus courte chez *H. 14 punctata* que dans l'espèce précédemment citée). Notons également que dans le cas des larves de *C. 7 punctata* récoltées dans la zone des 600 à 1 000 m au mois de mai 1961 nous avons observé des durées d'évolution atteignant 97 à 145 jours.

On détermine plus facilement le temps qui s'écoule entre le moment où l'hôte prend l'aspect caractéristique d'une larve parasitée et l'époque de l'apparition de l'adulte. Pour les deux espèces hôtes considérées précédemment et à différentes époques de l'année cet intervalle de temps correspond aux données suivantes :

	<i>C. 7 punctata</i>	<i>H. 14 punctata</i>
MAI	16-22 jours.	—
JUIN.....	15-21 jours.	—
JUILLET.....	13-17 jours.	9-12 jours.
AOUT	—	11-12 jours.
SEPTEMBRE	—	11-13 jours.

Les résultats enregistrés permettent de dégager certaines conclusions sur le cycle et le nombre de générations annuelles d'*H. flaminivius* :

- Le temps nécessaire à l'évolution complète d'*H. flaminivius* varie avec la saison. Sensiblement plus court en été, il augmente au printemps et en automne.
- La rapidité du cycle du parasite dépend de l'hôte envisagé. Plus lente lorsque *H. flaminivius* se développe dans une larve de *C. 7 punctata* elle devient relativement rapide quand il s'effectue au dépend d'*H. 14 punctata*.

La durée d'évolution du parasite semble proportionnelle au volume de la larve hôte considérée.

- *H. flaminivius* accomplit trois générations sur *C. 7 punctata* de mai à juillet et trois à quatre générations sur *H. 14 punctata* de juillet à septembre.

On se trouve en présence d'une espèce polyvoltine pouvant développer environ cinq à six générations par an.

Pourtant, certaines larves parasitées de *C. 7 punctata* récoltées au printemps et en altitude donnèrent naissance à *H. flaminus* trois à cinq mois plus tard, accusant une véritable dormance.

Nombre de parasites issus des larves de Coccinelles : Plusieurs *H. flaminus* se développent simultanément dans les larves de Coccinelles aphidiphages. Leur nombre varie avec l'espèce hôte considérée.

Une larve âgée de *C. 7 punctata* donna naissance en moyenne à 4-6 Encyrtides, celle d'*H. 14 punctata* libère environ 3 *H. flaminus*.

Le nombre d'*H. flaminus* issus d'une larve de Coccinelle augmente avec le volume de l'hôte considéré.

La durée d'évolution relativement rapide d'*H. flaminus* (environ 1 mois), sa fécondité importante et l'augmentation considérable de la densité de sa population au cours de ses nombreuses générations, lui confèrent une grande nuisibilité à l'égard des larves de Coccinelles aphidiphages dans un biotope déterminé.

Ce parasite primaire endophage constitue un facteur limitant important dans l'accroissement des populations de Coccinelles, en particulier à l'égard de *C. 7 punctata* et d'*H. 14 punctata*.

Parasite secondaire : Quelques exemplaires de *C. 7 punctata* donnèrent naissance à un *Proctotrypide* appartenant au genre *Lygocerus* (*). Des expériences en laboratoire permirent de déterminer quelques détails biologiques concernant cet Hyménoptère.

La femelle adulte pond à l'intérieur des larves de Coccinelles parasitées par *Homalotylus*. Les larves du *Proctotrypide* se développent aux dépens de celles de l'*Encyrtide* jouant un rôle de parasite secondaire à l'égard des Coccinelles. Chacun des adultes de *Lygocerus* nouvellement formé pratique une ouverture circulaire dans la cuticule durcie de l'hôte et s'en échappe. Sexuellement mûres à leur éclosion, les jeunes femelles peuvent assurer leur fonction reproductrice après l'accouplement.

En laboratoire (20-25 °C et 70 % H.R.), la durée d'évolution du *Lygocerus* depuis l'œuf jusqu'à l'adulte demande 24 à 29 jours au mois de juin. Des larves de *C. 7 punctata* parasitées par *H. flaminus* depuis 5 jours constituaient les hôtes primaire et secondaire. Le nombre de *Proctotrypides* ainsi obtenu variait de 1 à 6 par larve hyperparasitée. Il faut noter que l'une d'entre elles donna naissance à un *Lygocerus* sp. et à deux *H. flaminus*.

4. — PARASITE ESSENTIEL DE NYMPHES DE COCCINELLES

Tetrastichus coccinellae KURD. (*Chalcidoidea*, *Eulophidae*)

La majorité des espèces de la sous-famille des *Tetrastichinae* constitue des parasites endophages d'œufs, larves ou pupes apparte-

(*) L'identification spécifique est actuellement impossible (MASNER in litteris).

nant à tous les ordres d'insectes. Quelques-uns se développent parfois en hyperparasites.

Biologie : (MASI, 1909; KURDJUMOV, 1913; KAMAL, 1951; ERDÖS, 1954). La période d'activité de *T. coccinellae* s'étend d'avril-mai à septembre-octobre. La femelle pond plusieurs œufs à l'intérieur des larves ou nymphes de Coccinelles aphidiphages. Dans la majorité des cas la larve hôte parasitée parvient à se nymphoser avant de prendre une couleur caractéristique foncée. Plusieurs *T. coccinellae* se développent simultanément et librement dans une seule nymphe de Coccinelle. Contrairement à ce que l'on observe chez *H. flaminivius* chacun des individus de ce parasite primaire ne se métamorphose pas à l'intérieur d'une cellule isolée.

Quelques jours plus tard, tous les adultes de *T. coccinellae* sortent par le même trou circulaire foré dorsalement dans la cuticule de la nymphe hôte par le premier Eulophide issu. L'accouplement se produit quelques minutes après l'éclosion et les femelles, gravides à leur naissance, peuvent immédiatement parasiter d'autres larves et nymphes de Coccinelles. *T. coccinellae* hiverne au stade prénymphe à l'intérieur de l'enveloppe nymphale durcie des hôtes considérés.

En laboratoire (20-25 °C et 70 % H. R.), la longévité du parasite varie de 5 à 20 jours; à 14 °C elle peut atteindre 25 jours.

Durée d'évolution du parasite : Durant l'année et pour deux espèces hôtes différentes *C. 7 punctata* et *A. 2 punctata* le temps nécessaire à la réalisation d'une génération de *T. coccinellae* présente des variations :

	<i>C. 7 punctata</i> 1961	<i>C. 7 punctata</i> 1962	<i>A. 2 punctata</i> 1962
MAI	32 jours	30-32 jours	—
JUIN.....	30 jours	28-30 jours	25-28 jours
JUILLET	20 jours et >	20 jours et >	20 jours et <

Certaines remarques découlent des résultats enregistrés :

- La durée d'évolution de *T. coccinellae* de l'œuf à l'adulte dépend de la saison. Elle diminue lorsque la température augmente.
- Le temps nécessaire à la réalisation d'un cycle du parasite varie avec l'espèce hôte considérée. Plus long lorsque *T. coccinellae* se développe dans une nymphe de *C. 7 punctata*. Il devient légèrement plus court quand l'évolution de l'Eulophide s'effectue aux dépens d'*A. 2 punctata*.

Comme dans le cas d'*H. flaminivius* on constate que la durée du cycle du parasite semble proportionnelle au volume de la nymphe hôte considérée.

- On se trouve en présence d'une espèce polyvoltine accomplissant six à sept générations annuelles.

Nombre de parasites issus des larves de Coccinelles : Plusieurs *T. coccinellae* se développent simultanément dans les nymphes de Coccinelles aphidiphages. Une nymphe parasitée de *C. 7 punctata* ou d'*A. 2 punctata* libère en moyenne 10 à 15 adultes de *T. coccinellae*. On peut obtenir jusqu'à 20-25 individus d'Eulophide lorsque *C. 7 punctata* constitue l'espèce hôte.

Le nombre de *T. coccinellae* issus d'une nymphe de Coccinelle tend à s'accroître légèrement avec le volume de l'hôte considéré.

Les caractéristiques biologiques de cet Eulophide favorisent des pullulations importantes et rapides. Parasite primaire, endophage de larves et de nymphes il intervient notablement dans la limitation des populations de Coccinelles aphidiphages en particulier à l'égard de *C. 7 punctata* et, surtout d'*A. 2 punctata* (60 % de parasitisme en juillet 1962).

IV. — Biologie des autres parasites de coccinelles aphidiphages

Indépendamment des formes essentielles déjà décrites, d'autres parasites entomophages d'importance secondaire s'attaquent aux larves, nymphes et adultes de Coccinelles aphidiphages.

1. — PARASITES DE LARVES ET DE NYMPHES DE COCCINELLES

Phalacrotophora (fasciata FALL.) Cyclorrhapha, Phoridae

Le parasitisme de *Phalacrotophora* sur Coccinelles a été signalé par LICHTENSTEIN, 1920; MENOZZI, 1927; MARRINER, 1932 pour *P. fasciata* FALL. et par SCHMITZ, 1929 et DELUCCHI, 1953 pour *P. berolinensis* SCHMITZ.

Nous avons constaté des attaques de *Phalacrotophora* sur *C. 7 punctata*, *A. variegata* et *A. 11 notata*.

Une nymphe de *C. 7 punctata* peut contenir de 1 à 7 larves de diptère. Une nymphe d'*A. variegata* peut en renfermer jusqu'à 4.

Au moment de l'apparition des nouveaux adultes de *Phoridae*, les mâles et les femelles possèdent des organes sexuels non développés. En laboratoire, avec une nourriture à base de sucre, d'agar miellé et d'eau, il faut compter 15 jours pour obtenir des adultes sexuellement mûrs et des femelles dont les ovaires ne renferment qu'un seul œuf.

Avec *C. 7 punctata* comme hôte, la durée totale d'évolution du parasite depuis la ponte jusqu'à l'obtention d'un adulte demande 30 jours au mois de mai, dont la moitié pour le stade nymphal et 25 jours environ au mois de juin. Si le diptère parasite une nymphe d'*A. variegata* le cycle est raccourci de 5 à 6 jours.

Parasite endophage de larves et nymphes de *C. 7 punctata*, *Phalacrotophora* de par son action épisodique sinon locale, intervient pour une faible part dans le parasitisme global affectant les stades larvaires et nymphaux de cette espèce. En juin 1961, dans la région

d'Antibes, 9,1 % des nymphes de *C. 7 punctata* contenaient des larves de *Phoridae*. Le taux de parasitisme consécutif à l'action de ce diptère atteint dans la région de Giens 6 % en mai 1961 et 2,5 % seulement en juin 1962. *A. variegata* paraît bien plus sensible à l'influence de ce parasite puisqu'en juillet 1962, 26,6 % des nymphes récoltées dans la région de Digne renfermaient *Phalacrotophora*.

2. — PARASITES D'ADULTES DE COCCINELLES

Nous n'avons pas rencontré au cours de notre étude certains parasites signalés sur d'autres groupes de Coccinelles, notamment ceux issus de *Scymnini* trouvés par DELUCCHI (*Scymnophagus mesnili*, *Centistes scymni*) mais nous avons obtenu en dehors des parasites essentiels déjà cités, les espèces suivantes :

A. — Tachinidae

Jusqu'à ce jour seuls les adultes d'*Harmonia 14 punctata* L. semblent subir l'action parasitaire d'une Tachinaire.

Une seule larve endophage vit et se développe dans la cavité générale de l'hôte. Elle respire par une ouverture pratiquée sur les tergites abdominaux d'*H. 14 punctata* dans laquelle s'encadrent ses deux stigmates postérieurs. Au troisième et dernier stade larvaire elle absorbe la totalité des organes vitaux de la Coccinelle, sort à la partie dorso-abdominale du Coléoptère et se nymphose dans le sol.

Actif essentiellement en été, l'influence néfaste de ce diptère sur une population adulte d'*H. 14 punctata* demeure faible comme le prouvent les taux de parasitisme enregistrés au cours des années 1961-1962 :

	1961	1962
JUILLET	—	1,1 %
AOUT	0,75 %	2 %
SEPTEMBRE	1,6 %	3,5 %

Jusqu'à présent nous avons obtenu des pupes qui n'ont jamais donné naissance à des adultes. Il pourrait s'agir d'un phénomène comparable à ce qui a été vu avec *P. coccinellae*, le faible taux d'attaque enregistré ne nous permet pas de conclure. On peut supposer que l'espèce en cause soit *Degeeria luctuosa* MEIG. signalée par BANKS (1956) et WALKER (1962) sur *Adalia decempunctata* L.

B. — Nématodes (*Mermis* sp.).

On trouve parfois, dans la cavité générale des adultes de Coccinelle, un nématode appartenant au genre *Mermis* sp. Parasite solitaire, endophage, il se nourrit de substances contenues dans l'hémolymph de l'hôte épargnant les organes vitaux. On le rencontre à la fois à l'intérieur des adultes en hibernation ou en activité.

Les principaux hôtes aphidiphages renfermant ce nématode appartiennent aux espèces suivantes : *Adonia variegata* GOEZE, *Adonia 11 notata* SCHND., *Coccinella 7 punctata* L., *Harmonia 14 punctata* L.

Son action sur les Coccinelles ne prend jamais un caractère léthal, mais doit amener des troubles importants à préciser.

Le pourcentage d'adultes aphidiphages parasités par *Mermis* sp. demeure particulièrement bas. D'une année à l'autre il varie entre 2,5 et 4,2 % pour une population hibernante d'*A. variegata* qui semble l'espèce la plus touchée. Il atteint 1,2 % dans le cas d'une population estivante d'*A. 11 notata* et se trouve à l'état de traces dans des peuplements actifs d'*H. 14 punctata* et de *C. 7 punctata*.

C. — *Acariens*.

De nombreuses espèces aphidiphages, peuvent transporter, collés à la partie interne de leurs élytres, de nombreux œufs d'acariens qui ne représentent en fait qu'une forme phorétique et non pas parasitaire. Il faut pourtant signaler que la présence de ces pontes d'acariens constitue une gêne à l'activité physique de la Coccinelle. Elle semble accentuer la fréquence de ses réflexes d'hémorrhée afin de se débarrasser de ces corps étrangers. La coagulation de ces nombreuses sécrétions inopérantes ne fait qu'augmenter cette gêne.

En juillet 1962, 11,3 % d'une population active de *C. 7 punctata* transportaient de telles pontes d'acariens.

D. — *Champignons*

Deux champignons sont à signaler :

— *Beauveria* du groupe *bassiana* (*Hyphomycetes*)

Le pourcentage d'adultes tués par le développement d'une mycose du type *Beauveria* reste éminemment variable. En général, les lieux d'hibernation remplissent des conditions microclimatiques strictes (milieux tamponnés, faible température, humidité stagnante non élevée et perméabilité à l'action du vent froid et sec accélérant le ressuiement). Pourtant quelquefois des accidents météorologiques se produisent. Ainsi, une forte accumulation d'eau libre suivie d'un réchauffement brutal dans une atmosphère saturée d'humidité créent des facteurs essentiellement favorables au développement d'un champignon de ce genre.

Suivant les biotopes 10 % d'une population hibernante d'*A. 11 notata* peuvent subir les atteintes du *Beauveria*. Le pourcentage maximum de mycoses enregistrées sur des populations hibernantes de *C. 7 punctata* et d'*H. 14 punctata* n'a jamais dépassé respectivement 5,3 et 8 %.

— *Laboulbenia* sp. (*Ascomycètes*) (PICARD, 1914)

Chaque année on observe au moins un cas de parasitisme provoqué par l'action d'un *Ascomycète* appartenant sans doute au genre *Laboul-*

benia. Seule *Coccinella 10 punctata* L. semble subir son attaque. Les filaments mycéliens situés à l'intérieur de la cuticule ventrale ou des élytres émettent des fructifications externes qui gênent le déplacement et le vol de la Coccinelle.

Espèce certainement peu pathogène *Laboulbenia* sp. ne se développe que sur insectes vivants.

E. — *Sporozoaires (Grégarines) (*)*.

DELUCCHI fut le premier en 1954 à signaler la présence de grégarines dans les imagos de *Coccinellidae* (*Pullus impexus* MULS.) Pourtant, de nombreux adultes de Coccinelles contiennent à l'intérieur de la cavité générale des colonies de grégarines. Seule la forme sporonte se voit facilement à la dissection. *Harmonia 14 punctata* L., *Harmonia conglobata* L., *Adonia variegata* GOEZE, *Coccinella 7 punctata* L. et *Coccinella 10 punctata* L. constituent les principales espèces aphidiphages parasitées.

On ne connaît pas encore l'influence des sporozoaires sur la physiologie du Coléoptère. Mais, indéniablement une pullulation de grégarines peut entraîner la mort d'une Coccinelle par désagrégation totale du tube digestif moyen incapable alors d'exercer sa fonction.

Tout au long de la période d'activité d'une population d'*H. 14 punctata* on retrouve ce parasite dont le pourcentage d'attaque peut dépasser 10 %, surtout au début de l'automne.

V. — Taux de parasitisme comparés sur deux espèces *Harmonia 14 punctata* L. et *Coccinella 7 punctata* L.

Nous allons essayer maintenant de comparer les taux de parasitisme obtenus sur une espèce non migrante *H. 14 punctata* et sur une espèce migrante *C. 7 punctata* suivant une technique décrite plus haut.

La comparaison portera sur les années 1961 et 1962 pour les différents stades évolutifs des 2 espèces et sera présentée sous forme de tableaux.

I. — TAUX DE PARASITISME AFFECTANT UNE ESPÈCE MIGRANTE (*C. 7 punctata*)

A. — *Stade larvaire* :

Les résultats sont résumés dans le tableau 1. Chaque relevé porte sur des récoltes aussi abondantes que possible, mais sur des nombres absolus évidemment différents, notamment l'échantillonnage de juillet correspondant toujours à un faible nombre de larves, ce qui réduit la signification du taux de parasitisme obtenu, mais correspond en fait à la diminution considérable des populations disponibles.

(*) Les formes rencontrées à ce jour sont nouvelles (TUZET, *in litt.*).

TABLEAU 1. — Taux de parasitisme des larves de *C. 7 punctata*

ÉPOQUE	% Larves sèches		% Nymphes sèches		% d' <i>H. flaminus</i>		% de <i>T. coccinellae</i>		% <i>Lygocerus</i> sp		% Parasitisme global	
	1961	1962	1961	1962	1961	1962	1961	1962	1961	1962	1961	1962
AVRIL	0	—	0	—	9,7	—	0	—	4,8	—	9,7	—
Mai	8,4	3,3	0	2,5	25,3	7	9,6	1,25	0	0	34,9	8,25
JUIN	8,7	2,4	0	0,5	52,2	6,2	19,5	1	0	0	71,7	7,2
JUILLET ..	25	0	0	0	62,5	83,3	0	16,6	0	0	62,5	100 (?)

On notera principalement :

- La présence constante d'*H. flaminus* dès l'apparition des premières larves âgées de *C. 7 punctata* ;
- L'augmentation progressive du taux de parasitisme due à l'action de cet encyrtide en cours de saison ;
- L'obtention légèrement plus tardive des *T. coccinellae* ;
- Le manque d'efficacité du parasite secondaire du genre *Lygocerus*.

B. — *Stade nymphal* :

Les relevés effectués suivant la même technique que pour les larves et appelant les mêmes remarques ont donné les résultats inclus dans le tableau 2.

TABLEAU 2. — Taux de parasitisme des nymphes de *C. 7 punctata*

ÉPOQUE	% Nymphes sèches		% d' <i>H. flaminus</i>		% de <i>T. coccinellae</i>		% <i>Phalacrotophora</i>		% Parasitisme global	
	1961	1962	1961	1962	1961	1962	1961	1962	1961	1962
AVRIL	31,2	—	1,9	—	2,9	—	0	—	4,8	—
Mai	15	0	0	0	9	0	6	0	15	0
JUIN	—	4	—	0	—	2	—	4	—	6
JUILLET ..	0	0	0	0	50 (?)	0	0	100 (?)	50 (?)	100 (?)

On remarque :

- La permanence d'activité de *T. coccinellae* sur les nymphes de *C. 7 punctata* ;
- En fonction de l'époque plus tardive de l'année une certaine augmentation du taux de parasitisme découlant de l'action de cet Eulophide.
- La présence tout-à-fait occasionnelle de diptères du genre *Phalacrotophora*.

C. — *Stade adulte* :

Les résultats sont présentés dans le tableau 3 qui appelle la remarque suivante :

TABLEAU 3. — Taux de parasitisme des adultes de *C. 7 punctata*

ADULTES	ÉPOQUE	% <i>Perilitus coccinellae</i>	% <i>Beauveria</i>	% Grégarines	% Acariens
HIBERNANTS	Décembre 1960	28,6	0	0	0
	Novembre 1961	18,2	0	0	0
ACTIFS.....	Avril 1961	3	0	0	0
	Juin 1961	7,5	0	0	0
	Avril 1962	3,33	0	0	0
	Mai 1962	4	0	8	2
ESTIVANTS ...	Août 1961	10,5	5,25	0	0
	Juillet 1962	4,2	0	0	11,3

Moins du quart de la population adulte de *C. 7 punctata* renferme le seul parasite réellement marquant : *Perilitus coccinellae* SCHR. (*Braconidae*).

2. — TAUX DE PARASITISME AFFECTANT UNE ESPÈCE SÉDENTAIRE (*H. 14 punctata*).

Seuls les stades larvaires et adultes firent l'objet d'un contrôle périodique du taux de parasitisme affectant cette espèce au cours des années 1961-1962. Le stade nymphal dont la durée n'excède jamais trois jours rend le contrôle sinon efficace, tout au moins difficile.

A. — *Stade larvaire* :

Au stade larvaire on enregistre les résultats groupés dans le tableau 4.

TABLEAU 4. — Taux de parasitisme des larves d'*H. 14 punctata*

ÉPOQUE	% Larves sèches		% Nymphes sèches		% d' <i>H. flaminius</i>		% de <i>T. coccinellae</i>		% Parasitisme global	
	1961	1962	1961	1962	1961	1962	1961	1962	1961	1962
MAI.....	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0
JUIN.....	—	0	—	4,9	—	0	—	0	—	0
JUILLET.....	21	8,3	0	4,2	52,6	12,1	0	0	52,6	12,1
AOÛT.....	24,5	0,9	0	0	35	25,9	0	0	35	25,9
SEPTEMBRE.....	—	27,4	—	4,5	—	13,6	—	0	—	13,6

Suivant l'année la proportion de population larvaire détruite par *H. flaminius* passe du quart à plus du tiers.

B. — *Stade adulte* :

Les résultats sont résumés dans le tableau 5.

TABLEAU 5. — Taux de parasitisme des adultes de *H. 14 punctata*

ÉPOQUE	% de Grégaires		% <i>Parasitylenchoïdes</i> sp.		% <i>Perilitus coccinellae</i>		% Tachinaires		% Parasitisme global	
	1961	1962	1961	1962	1961	1962	1961	1962	1961	1962
AVRIL	—	5,5	—	0	—	0	—	0	—	5,5
MAI.....	—	3,3	—	6,6	—	0	—	0	—	9,9
JUIN	—	0	—	10,9	—	0	—	0	—	10,9
JUIL.....	—	3,3	—	2,2	—	1,1	—	1,1	—	7,7
AOUT	10,2	8,8	24,2	36,3	1,5	4,9	0,75	2	36,7	56
SEPT.	12	7	20	46,6	3,2	7	1,6	3,5	36,8	64,1
OCT.....	—	17	—	31,9	—	0	—	0	—	48,9

L'apparente hétérogénéité enregistrée s'explique facilement par le chevauchement permanent de nouvelles générations.

Incontestablement une population composée d'adultes âgés permet d'observer un taux de parasitisme beaucoup plus élevé que celui rencontré dans une population de jeunes Coccinelles; dans ce cas l'action conjuguée des différents parasites aboutit rapidement à un amoindrissement ou à une perte d'activité totale affectant plus de la moitié des hôtes.

3. — COMPARAISON DU TAUX DE PARASITISME AFFECTANT LES 2 ESPÈCES

Il semble difficile de comparer l'évolution du taux de parasitisme affectant deux espèces, l'une migrante et l'autre grégaire, dont les périodes d'activité relatives ne concordent pas. Pourtant, quelques remarques intéressantes s'imposent quant au mécanisme général réglant leur mode de parasitisme respectif aux stades adulte et larvaire.

— *Au stade larvaire* (voir fig. 2) on note diverses particularités marquantes :

1° La présence constante d'*H. flaminivus* s'observe à la fois dans les populations larvaires d'*H. 14 punctata* et de *C. 7 punctata*. Dans les deux cas le pourcentage de larves parasitées augmente progressivement au cours de l'année. Pour *C. 7 punctata* le taux de parasitisme passe de 9,7 % en avril 1961 à 52,2 % en juin 1961; celui affectant une population larvaire d'*H. 14 punctata* pratiquement nul en avril atteint 52,6 % en juillet et 35 % en août 1961.

Deux époques d'activité parasitaire massive d'*H. flaminivus* suivent deux périodes de pullulation larvaire de Coccinelles : l'une à la fin du printemps sur *C. 7 punctata* et l'autre à la fin de l'été sur *H. 14 punctata*. On semble assister à la succession des deux hôtes principaux de l'Encyrtide.

2° Seules les larves de *C. 7 punctata* permirent l'obtention de *T. coccinellae* après leur passage au stade nymphal.

3° Il faut encore souligner l'inégalité et la faiblesse d'action du *Lygocerus* (parasite secondaire).

— *Au stade adulte* (voir fig. 2) on enregistre entre les populations de *C. 7 punctata* et d'*H. 14 punctata* des variations considérables quant à la répartition des groupes de parasites et leur importance relative. Les Coccinelles sédentaires (type *H. 14 punctata*) paraissent attaquées par un plus grand nombre de formes parasites que les adultes migrants (type *C. 7 punctata*). Corrélativement le taux de parasitisme global s'avère plus important chez *H. 14 punctata* (un tiers de la population adulte) que chez *C. 7 punctata* (un cinquième de la population adulte).

VI. — Conclusions générales

L'étude précédente a permis la mise en évidence des parasites essentiels de chacun des stades larvaire, nymphal et imaginal des Coccinelles aphidiphages des Alpes-Maritimes et des Basses-Alpes. Elle fournit des précisions sur le mode d'action, la biologie et la fluctuation des populations de parasites inventoriés.

Les taux de parasitisme calculés ne prétendent pas donner une valeur absolue du caractère de nuisibilité des nombreux ennemis des Coccinelles aphidiphages; dans leur interprétation il faut envisager l'influence de multiples facteurs étrangers au seul mécanisme régissant les inter-relations hôtes-parasites :

— Les facteurs climatologiques interviennent fréquemment d'une manière spectaculaire. Ainsi, la précocité d'apparition du printemps, correspondant à une brusque augmentation des minimums de température, conduit à une meilleure probabilité de la coïncidence hôte-parasite, par leur plus grande simultanéité de reprise d'activité.

— Les facteurs écologiques plus nombreux influencent également l'interprétation des résultats. La présence de zones refuges, véritables réservoirs d'entomophages, à proximité des biotopes choisis pour les prélèvements d'échantillons de prédateurs, permet d'enregistrer des pourcentages d'attaque très élevés. Le nombre et les époques de récoltes de Coccinelles doivent tenir compte de la durée d'action des prédateurs dans une même aire d'infestation aphidienne. En effet, l'augmentation de la période d'activité des Coccinelles dans un biotope donné concourt très vite à un accroissement considérable de la densité des parasites,

aptés en général à effectuer leur cycle rapidement. Dans un lieu déterminé, le taux de parasitisme, observé sur une population de prédateurs aphidiphages, arrivant en fin de pullulation, devient toujours très important.

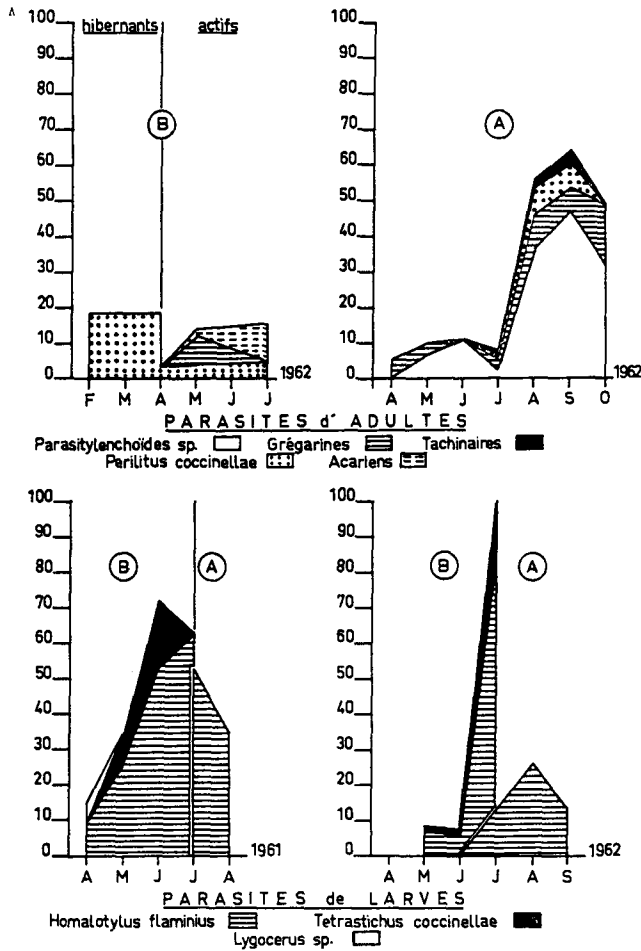


FIG. 2. — Pourcentage global de parasitisme sur : (A) *Harmonia 14 punctata* L. et (B) *Coccinella 7 punctata* L. au stade larvaire et au stade imaginal en 1961 et 1962.

— Les facteurs humains bouleversent considérablement les équilibres biologiques naturels. L'accroissement démesuré des propriétés agricoles vouées à la monoculture intensive transforme complètement l'aspect botanique des régions intéressées. En restreignant les surfaces destinées à constituer des zones refuges, le déséquilibre régnant au

sein des populations d'insectes va croissant. La pratique des traitements chimiques insecticides contribue à la diminution sensible du nombre de prédateurs aphidiphages, sans avoir de grande influence sur les pullulations de leurs différents parasites.

Pourtant, dans la mesure où les récoltes périodiques de Coccinelles s'effectuent régulièrement à toutes les époques marquantes d'une pullulation de prédateurs aphidiphages, dans un biotope donné et simultanément dans les cultures et les jachères, près et loin des zones refuges, on obtient un aperçu satisfaisant de l'évolution générale du taux de parasitisme sur les populations hôtes étudiées.

Les différents parasites répertoriés, à quelques exceptions près, tuent leurs hôtes respectifs. Cette constatation se vérifie parfaitement pour toutes les formes attaquant les stades larvaire et nymphal (Encyrtide, Eulophide, Phoridae). Elle devient plus nuancée quant aux parasites affectant les adultes de Coccinelles. Quelques-uns, comme les Braconides, affaiblissent considérablement leurs hôtes dont les chances de survie demeurent bien aléatoires, tant ils échappent difficilement au cocon solidaire d'un support, pour satisfaire à leurs besoins en nourriture. D'autres, comme les Nématodes, par leur pullulation, interdisent l'accomplissement de l'ovogenèse aux femelles de Coccinelles, freinant considérablement l'accroissement des populations prédatrices. Seules les Grégarines dont l'action sur la physiologie des Coléoptères manque de précision, peuvent se classer dans un groupe peu dangereux, dans la mesure où une augmentation considérable et rapide ne vient pas interdire toute activité de la fonction digestive de l'hôte.

L'action successive des différents parasites essentiels, spécifiques à chacun des stades considérés, sur une population globale de Coccinelles, se trouve aggravée par l'augmentation progressive au cours de l'année de la densité de ces diverses formes parasitaires.

La représentation graphique de la courbe cumulative (*) d'évo-

(*) *Obtention de la courbe cumulative d'évolution du parasitisme affectant une espèce de Coccinelle* : pour chaque période choisie on calcule les pourcentages respectifs de parasitisme larvaire, nymphal et imaginal (P_L , P_N et P_A).

1° On porte sur le graphique le pourcentage relatif au parasitisme larvaire = P_L

Il reste un certain pourcentage de larves présumées saines = $100 - P_L$

2° Sur ce pourcentage de larves présumées saines on calcule le pourcentage relatif au parasitisme nymphal $\frac{100 - P_L}{100} P_N = P_n$

On porte P_n sur le graphique

Il reste un certain pourcentage de nymphes présumées saines

$$= 100 - \frac{(100 - P_L)}{100} P_N + P_L = 100 - (P_n + P_L)$$

3° Sur ce pourcentage de nymphes présumées saines on calcule le pourcentage relatif au parasitisme imaginal :

$$\frac{100 - (P_n + P_L)}{100} P_A = P_a.$$

On porte P_a sur le graphique.

lution du parasitisme larvaire, nymphal et imaginal (voir fig. 3), donne un aperçu des conséquences néfastes qu'un tel processus peut engendrer sur une population globale de Coccinelles, qu'elle soit migrante ou sédentaire. Au début du printemps le taux de parasitisme total demeure relativement faible et même parfois nul (cas des populations migrantes de *C. 7 punctata*). Très rapidement on assiste à une augmentation considérable du pourcentage d'attaque des parasites qui se traduit par une diminution importante du nombre d'adultes de la nouvelle génération. En été cette situation devient catastrophique pour une espèce migrante du genre *C. 7 punctata* qui cesse alors toute

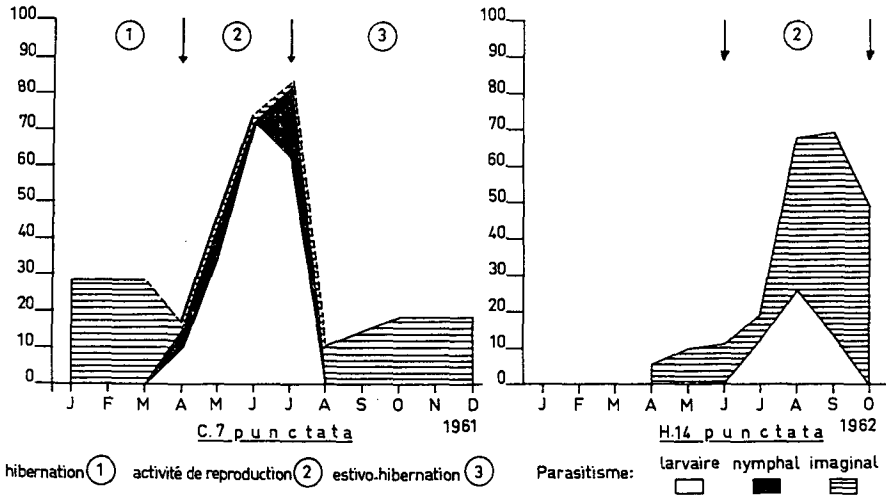


FIG. 3. — Pourcentage global cumulatif du parasitisme sur les différents stades de : (B) *Coccinella 7 punctata* L. et (A) *Harmonia 14 punctata* L.

activité de reproduction. Suivant les années 20 % seulement de la dernière population adulte de cette espèce, destinée à estiver d'abord et à hiverner ensuite échappent à l'attaque conjuguée des nombreux parasites abaissant du même coup le potentiel et partant l'efficacité des prédateurs destinés à lutter contre les premières pullulations aphidiennes du printemps suivant.

Dans le cas Coccinelles sédentaires du type *H. 14 punctata* dont la période d'activité reproductrice s'étale du printemps au début de l'automne, le phénomène précédent se manifeste avec moins d'ampleur tout en hypothéquant sensiblement sur l'importance du stock de prédateurs prêts à constituer les adultes hibernants.

Seules *H. 14 punctata* et *C. 7 punctata* ont fait l'objet d'une étude approfondie traitant de l'influence qu'exercent sur leur population respective les différents parasites. On peut déjà dresser un tableau

récapitulatif (tableau 6) résumant la fréquence d'action des divers parasites sur les stades larvaire, nymphal et imaginal des Coccinelles suivantes : *C. 7 punctata*, *C. 10 punctata*, *A. 11 notata*; *A. variegata*, *H. 14 punctata*, *H. conglobata*, *H. 4 punctata* et *A. 2 punctata*.

TABLEAU 6. — Fréquence d'action des principaux parasites sur les différentes espèces de coccinelles aphidiphages

ESPÈCES	STADE LARVAIRE		STADE NYMPHAL		STADE ADULTE						
	<i>Homalotylus flaminius</i> DALM.	<i>Tetrastichus coccinellae</i> KURD.	<i>Tetrastichus coccinellae</i> KURD.	<i>Phalaenophora ascitata</i> (?) FALL.	nématodes		<i>Perilitus coccinellae</i> SCHR.	<i>Tachinaires</i>	Grégarines	<i>Beaucertia</i> groupe <i>bassiana</i>	<i>Laboulbenia</i> sp.
<i>C. 7. punct.</i> . .	+++	++	++	+	+	0	++	0	+	+	
<i>C. 10 punct.</i>									+		R
<i>A. 11 not.</i> . .	0	0	0	+	+	0	+	0		++	
<i>A. varieg.</i> . .	+	0	0	++	+	0	++	0	+		
<i>H. 14 punct.</i>	+++	0	+	0	+	+++	+	+	+	0	
<i>H. congl.</i> . .	+	0	0	0		++	+	0	+	0	
<i>H. 4 punct.</i> . .			+				+	0		+	
<i>A. 2 punct.</i> . .			+++	+							

Légende : Fréquence d'action: 0 = nulle; + = faible; ++ = moyenne; +++ = forte; R = rar

Les travaux actuellement en cours nous permettent d'évaluer avec plus de précision l'importance du facteur « parasitisme » dans la dynamique des populations des principales espèces aphidiphages et de mieux comprendre les causes réelles de leur éventuel manque d'efficacité dans le contrôle des pullulations aphidiennes.

SUMMARY

The present paper gives a list of the parasites of larvae, pupae and adults of the principal aphidiphagous species of *Coccinellini* (*Coccinella 7 punctata* L., *Coccinella 10 punctata* L., *Adalia 2 punctata* L., *Harmonia 14 punctata* L., *Harmonia conglobata* L., *Adonia variegata* GOEZE et *Adonia 11 notata* SCHNEID.) found in the « Alpes-Maritimes » and « Basses-Alpes » area.

Detailed analysis concerning the bionomics, the mode of action, the number of generations and the percentage of attack of the most important parasites namely,

Homalotylus flaminius DALM. (on the larvae);

Tetrastichus coccinellae KURD. (on the pupae);

Perilitus coccinellae SCHRANK. (on the migratory adults);

Parasitylenchoïdes n. sp. (on the sedentary adults);

has been given together short notes concerning the biology and the role of parasites of lesser importance.

A comparison has been made between the rate of parasitism during the year on the larvae, pupae and adults of a migratory species (*C. 7 punctata*) and of a sedentary one (*H. 14 punctata*).

The conclusion shows that most of the parasites kill their respective host. The successive action of parasites, specific to each stage of the life of Coccinellids, results in the progressive increase in the rate of parasitism. The simultaneous attack of different parasites leads to a considerable decrease in the populations of Coccinellids that are destined to hibernation (both the migratory as well as the sedentary species). The future efficacy of these predators against the spring pullulation of aphids is therefore considerably reduced.

The frequency of action of different parasites on the larval, pupal and adults stages of principal species of Coccinellids has been represented in a recapitulatory table.

BIBLIOGRAPHIE

- BANKS, C. J. — 1956. A second record of a Tachinid (*Dipt.*) parasite bred from one of the *Coccinellinae* (*Col. Coccinellidae*). — *Ent. monthly Mag.*, **92**, 188.
- BRYDEN, J. W. & M. W. H. BISHOP. — 1945. *Perilitus coccinellae* SCHRANK (*Hym. Braconidae*) in Cambridgeshire. — *Ent. monthly Mag.*, **81**, 51-52.
- CLAUSEN, C. P. — 1940. Entomophagous insects. — McGraw-Hill, New York, 688 pp.
- COLYER, C. N. — 1952. Notes on the life history of the British species of *Phalacrotophora* ENDERLEIN (*Dipt., Phoridae*). — *Ent. monthly Mag.*, **88**, 135-139.
- COUTURIER, A. — 1951. Un nouveau mode de développement chez un *Mermithidae*. — *C. R. Ac. Sc., Paris*, **232**, 884-886.
- DELUCCHI, V. — 1953. *Aphidecta obliterata* L. (*Coleoptera, Coccinellidae*) als Räuber von *Dreyfusia (Adelges) piceae* RATZ. — *Pflanzenschutz Berichte*, **11**, 73-83.
- 1954. *Pullus impexus* MULS. (*Col. Coccinellidae*) a predator of *Adelges piceae* RATZ. (*Hemipt. Adelgidae*) with notes on its parasits. — *Bull. ent. Res.*, **45**, 243-278.
- DOMENICHINI, G. — 1956. Contributo alla conoscenza dei parassiti e iperparassiti dei *Coleoptera Coccinellidae*. — *Bol. Zool. agr. e Buchic.*, **22**, 215-246.
- ERDÖS, J. — 1954. *Eulophidae hungaricae indesecriptae*. — *Ann. Mus. Hist. Nat. Hung.* (N. S.), **5**, 323-366.
- FILIPJEV, I. N. & J. H. SCHUURMANS-STEKHOFEN. — 1941. A manuel of agricultural Helminthology. — *E. J. Brill*, Leiden, 878 pp.
- HUDON, M. — 1958. First record of *Perilitus coccinellae* SCHRANK (*Hym. Braconidae*) as a parasite of *Coccinella novemnotata* HBST.; and *Coleomegilla maculata lengi* TIMB. (*Col. Coccinellidae*) in Canada. — *Canad. Ent.*, **91**, 63-64.
- ISHII, T. — 1937. On the natural enemies of *Prontaspis yaonensis* KUW. — *Agric. and Hort.*, **12**, 60-70.
- JOURDHEUIL, P. — 1960. Influence de quelques facteurs écologiques sur les fluctuations de population d'une biocénose parasitaire. — *Thèse*, Paris, 223 p.
- KAMAL, M. — 1951. The biological control of the cotton leaf-worm (*Prodenia litura* F.) in Egypt. — *Bull. Soc. Fouad 1^{er} Ent.*, **35**, 221-270.
- KURDJUMOV, N. B. — 1913. Notes on *Tetrastichini* (*Hym. Chalcidoidea*). — *Rev. russe Ent.*, **13**, 243-256.
- LICHTENSTEIN, J. L. — 1920. Le parasitisme d'*Aphiochaeta (Phora) fasciata* FALL. — *C. R. Ac. Sc. Paris*, **170**, 531-534.
- MARRINER, T. F. — 1932. A *Coccinellidae* parasite. — *Naturalist*, n° 906, 221-222.
- MARTELLI, G. — 1908. Osservazioni sulle cocciniglie dell'oliva fatta in Puglia e in Calabro. VII *Homalotylus flaminii* DALM. — *Boll. Lab. Zool. gen. e agr., Portici*, **2**, 268-270.
- MASI, L. — 1909. Contribuzioni alla conoscenza dei Calcidi italiani. — *Boll. Lab. Zool. gen. e agr., Portici*, **3**, 86-149.

- MENOZZI, C. — 1927. Contributo alla biologia della *Phalacrotophora fasciata* FALL. parassita di Coccinellidi. — *Boll. Soc. Ent. Ital.*, 59, 72-78.
- OGLOBIN, A. A. — 1913. On the biology of coccinellids. — *Rev. russe Ent.*, 13, 27-42.
- OGLOBIN, A. A. — 1924. Le rôle du blastoderme extraembryonnaire du *Dinocampus terminalis* NEES pendant l'état larvaire. — *Csck. Spolec Ent. Casopis*, 3, 27 pp.
- PICARD, F. — 1914. Les Champignons parasites des insectes et leur utilisation agricole. — *Coulet Ed.*, Montpellier, 130 pp.
- SCHMITZ. — 1929. Revision der Phoriden. — *Large Imp. Berlin*, 211 pp.
- STEINHAUS, E. A. — 1949. Principles of Insect pathology. — *McGraw-Hill New York*, 757 pp.
- TIMBERLAKE, P. H. — 1918. Notes on some of the immigrant parasitic hymenoptera of the Hawaiian islands. — *Proc. Hawaiian Ent. Soc.* 1917, 3, 399-404.
- TIMBERLAKE, P. H. — 1919. Revision of the parasitic chalcidoïd flies of the genera *Homalotylus* MAYR and *Isodromus* HOWARD with the description of two closely related genera. — *Proc. U. S. Nat. Museum*, 56, 133-194.
- WACHEK, F. — 1955. Die entoparasitischen Tylenchiden. — *G. Fischer, Iena*, 120 pp.
- WALKER, M. F. — 1962. Some observations on the biology of the ladybird parasite *Perilitus coccinellae* SCHR. (*Hym. Braconidae*) with special reference to host selection and recognition. — *Ent. monthly Mag.*, 97, 240-244.
- WALKER, M. F. — 1962. *Degeeria luctuosa* MEIG. (*Dipt. Tachinidae*) as a Coccinellid parasite. — *Ent. Monthly Mag.*, 98, 20.

Les noms de Coccinellides adoptés dans cette étude sont ceux de la monographie de DAUGUET, P. — 1949. Les Coccinellini de France. — *Ed. « L'Entomologist », Paris*, 45 pp., 40 pl.

(I.N.R.A. — Station de Zoologie agricole
et de Lutte biologique d'Antibes.)