

LES TRICHOGRAMMES PARASITES
DE *PROCERAS SACCHARIPHAGUS* BOJ. BORER
DE LA CANNE A SUCRE A MADAGASCAR

DEUXIÈME PARTIE

Étude biologique de *Trichogramma australicum* GIR.

PAR

J. BRENIÈRE

I. L'espèce : son identification

L'espèce, objet de cette étude, a été récoltée sur œufs de *Proceras sacchariphagus* BOJ. dans les champs de canne à sucre de la région Nord-Ouest de Madagascar (Ambanja — Ambilobe — Nossi-Bé).

MOUTIA & COURTOIS (1952) avaient signalé de l'île Maurice un Trichogramme parasite des œufs de *Proceras* qu'ils identifiaient à *Trichogramma* sp. (? *australicum* GIR.). La description de l'espèce *australicum* de GIRAULT date de 1912, époque où la systématique des Trichogrammes était encore mal définie et ne répondait qu'à des critères morphologiques.

Depuis 1947 (FERRIÈRE), la systématique des Trichogrammes a considérablement évolué et, actuellement, tous les auteurs qui ont étudié ce genre en détail pensent qu'il se caractérise par un petit nombre d'espèces morphologiquement identifiables et par une grande quantité de formes qui ne sont reconnaissables que par leurs caractères biologiques (FLANDERS & QUEDNAU, 1960). De nombreuses espèces ont été débaptisées et regroupées dans des complexes de formes ou races biologiques.

QUEDNAU (1956) a mis au point des critères biologiques s'ajoutant aux caractéristiques morphologiques permettant de séparer les espèces entre elles. Nous lui avons adressé en 1960 une souche malgache de Trichogrammes provenant d'une ponte de *Proceras sacchariphagus* récoltée à Ambanja, ce qui lui a permis de définir les caractères biologiques complémentaires et de classer notre espèce sous la désignation définitive de *Trichogramma australicum* GIRAULT.

ENTOMOPHAGA, 10 (2), 1965, 99-117.

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 29.466-ex 1

Cote : B

QUEDNAU (1960) donne une nouvelle description morphologique et biologique de l'Insecte : Il classe *T. australicum* dans le complexe de *T. evanescens* WESTWOOD dont il constitue une espèce bien distincte.

Rappelons l'essentiel des caractères donnés par QUEDNAU : « Couleur des femelles à 30 °C mélangée de jaune orange, abdomen jaune variable — Parthénogénèse arrhénotoque, durée de développement 6 jours 6 heures sur *Ephestia* à 30 °C et 80 % d'humidité relative — Frange de l'aile antérieure sans caractéristiques — Antennes des mâles longues avec une pilosité très dense et assez longue. Courbe de parasitisme sur *Ephestia* plate et longue ».

L'auteur donne également les schémas des antennes des mâles de l'aile antérieure et les courbes de répartition de la fécondité en élevage sur *Ephestia* et sur *Cimeax*, ainsi que le « spectre des colorations » (*) en comparaison avec les 8 autres espèces décrites.

Nous ne reviendrons que rapidement sur les caractères biologiques qui s'attachent à la description de l'espèce, nous aurons toutefois plus avant à reprendre le problème des races biologiques mises en cause.

2. Biologie de *T. australicum* en élevage

1. MÉTHODE D'ÉLEVAGE.

Il convient de distinguer ici l'élevage d'étude de l'élevage massal dont le matériel sera décrit plus loin.

T. australicum a été multiplié à Tananarive en étuve à 28 °C et à une humidité relative de 80 à 90 %. L'hôte de remplacement utilisé était *Corcyra cephalonica* STAINT. Cet hôte a été définitivement adopté après avoir été comparé à *Sitotroga cerealella* OL. et à *Ephestia kuehniella* ZELL. L'espèce *Sitotroga* a été en effet éliminée en raison de la taille trop réduite des œufs de la souche dont nous disposions. On a renoncé à *Ephestia* à la suite des brusques accidents d'élevage dus à l'apparition inévitable de *Tribolium* sp. dans la farine. Ce Coléoptère en effet détruit non seulement la denrée mais aussi les chenilles d'*Ephestia*, alors que celles de *Corcyra*, bien protégées dans un fourreau de soie, ne sont pas attaquées.

Corcyra présente l'inconvénient d'être d'une productivité moindre que les deux autres espèces, principalement à cause d'une plus faible proportion de femelles (30 à 40 %). Il est cependant d'un élevage facile bien que lent au début. La nourriture choisie est un mélange d'Arachide et de Maïs broyés qui nous a donné entière satisfaction.

La technique d'élevage de l'hôte et du parasite est du type habituel (méthode utilisée par TUCKER, 1931).

Dans le cas de nos élevages d'études, le maintien des souches

(*) Le « spectre de coloration » est la description schématisée des différentes pigmentations du corps aux températures suivantes : 30 °C, 25 °C, 20 °C et 15 °C.

de Trichogramme était assuré dans des boîtes de Roux contenant chacune 4 à 5 cartes portant 1 500 à 2 000 œufs hôtes placées en toit pour faciliter leur introduction dans le flacon. Les élevages particuliers se faisaient sur tubes de verre de 15 cm de long et 4 cm de diamètre. Les élevages de couples étaient effectués en très petits tubes de verre. La fermeture des récipients se faisait avec une feuille de cellophane retenue par un élastique. Nous avons remarqué en effet que l'humidité parvient à traverser assez bien cette substance de sorte que les conditions de l'ambiance se retrouvent à l'intérieur des récipients. Ces dernières ont été en général 28 °C et 80 à 85 % d'humidité relative.

Outre les cartes destinées à recevoir les pontes, on dispose dans chaque récipient quelques particules de miel insérées entre deux feuilles de papier piqueté de très petits trous.

2. STADES LARVAIRES ET CYCLE.

MOUTIA & COURTOIS (1952) ont donné une description détaillée des stades larvaires et de l'adulte de *Trichogramma* sp. (*australicum* GIRAULT), d'après de nombreux échantillons observés à l'Île Maurice. Nous avons comparé notre matériel malgache avec les descriptions de ces auteurs. Nous avons également observé les différents stades larvaires qui correspondent fort bien avec les descriptions du matériel mauricien. Nous ajouterons nos observations et nos dessins les concernant (fig. 1 à 21).

Stade œuf: L'œuf est d'abord oblong, parfois effilé, souvent légèrement concave dans sa plus grande dimension. Peu après la ponte, il est transparent et contient un liquide clair peu granuleux. On distingue alors une seule enveloppe. Toutefois, quelques heures après, il intervient parfois un décollement des extrémités provoqué par une légère rétraction du liquide interne. Ce dernier devient par la suite plus opaque. Des granulations, puis des globules de taille variée apparaissent peu à peu. L'œuf s'accroît, passe de 0,10 mm à 0,17 mm en longueur et de 0,03 à 0,06 mm en largeur. Il devient donc plus globuleux. En même temps, on distingue vers la vingtième heure, un double décollement du contenu granuleux de la paroi de l'œuf. Une deuxième enveloppe hyaline apparaît, la partie antérieure de la larve s'organise. Une cavité se creuse dans la masse vitelline et se relie par un fin conduit au sac globuleux central qui s'organise en sac digestif (fig. 1 à 3). L'éclosion intervient à 28 °C vers la 24^e heure (fig. 4).

1^{er} stade larvaire. — La larve, peu après l'éclosion, est assez ramassée sur elle-même, sensiblement de même largeur dans sa partie antérieure et postérieure. On ne distingue pas de segmentation. La plus grande partie du corps est occupée par un sac digestif, sauf dans la partie antérieure où une zone plus claire constitue l'essentiel des tissus propres de l'animal. La partie postérieure se trouve encore reliée à une partie du chorion de l'œuf (fig. 5).

Quelques heures après, vers la 30^e heure après la ponte (6^e heure après l'éclosion), on distingue nettement deux petites mandibules claires, fines et aiguës encadrant une bouche. Cette dernière, simple enfoncement de la cuticule de l'Insecte, est prolongée intérieurement par un œsophage fin aboutissant brusquement dans la cavité digestive. Latéralement à cet œsophage, un coussinet musculéux est relié à la paroi du corps par deux ou trois muscles (fig. 6 et 7).

La larve de 1^{er} âge absorbe par sa bouche une très grande quantité du vitellus de l'œuf. Brusquement, le muscle antérieur fait basculer en avant cette pompe buccale élargissant la première moitié de l'œsophage dans lequel le liquide nutritif s'introduit; puis, par le jeu du muscle postérieur, la masse musculéuse bascule en sens inverse, refermant la première moitié de l'œsophage et entraînant le bol alimentaire dans la 2^e moitié. Enfin, le coussinet musculéux reprend sa place et le liquide est entraîné à l'intérieur.

Ainsi, *en moins de 24 heures*, la larve de 1^{er} âge va s'accroître considérablement. Elle fera passer à peu près la moitié du vitellus de l'œuf hôte dans un sac digestif qui gonfle au fur et à mesure. Grâce à ses mandibules, animées par un mouvement alternatif d'avance et de recul de la partie antérieure du corps, elle attire le liquide vitellin sans déplacer le reste de son corps, par ailleurs absolument immobile.

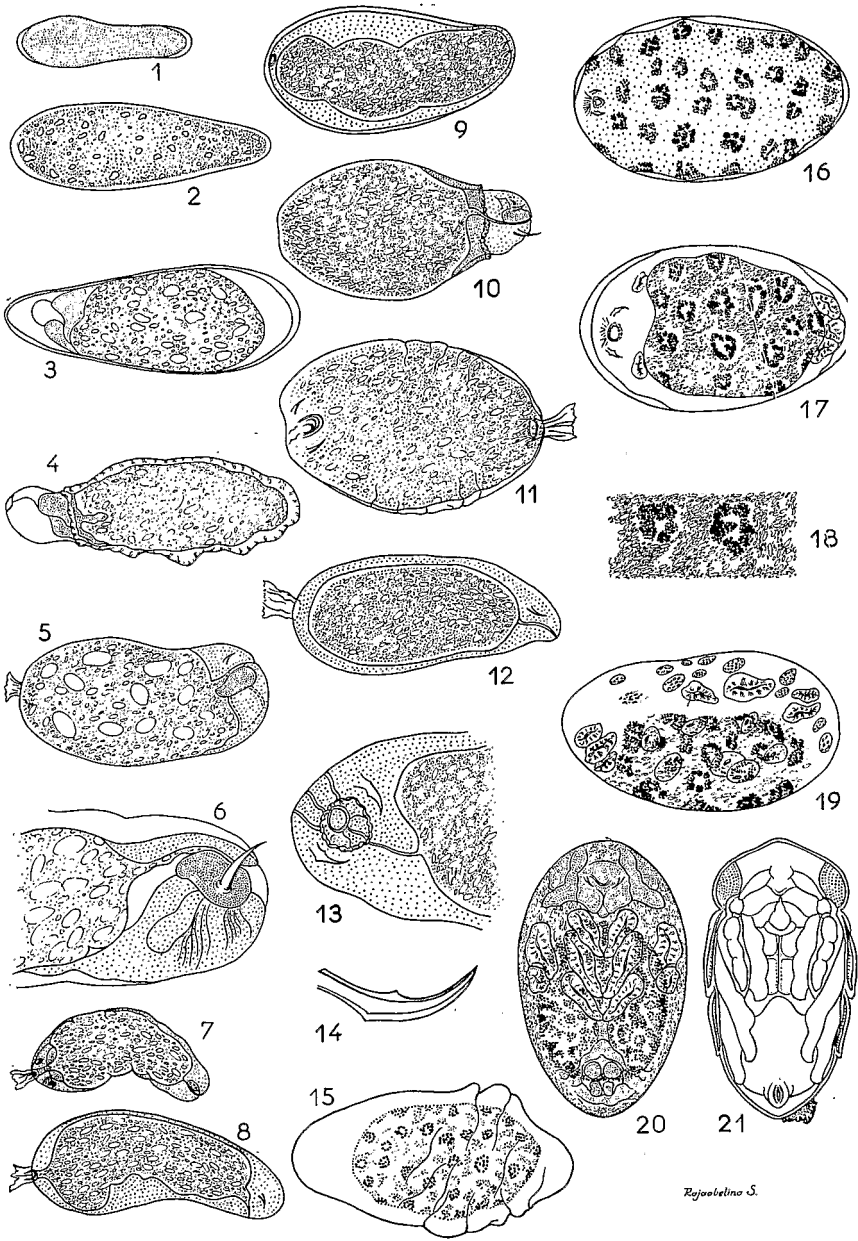
La taille de la larve de premier âge passera de 0,13 mm à 0,45 mm en longueur et de 0,08 à 0,23 mm en largeur. Sa forme, d'abord assez trapue, devient plus allongée puis finalement globuleuse. 45 heures environ après la ponte, la larve cesse de s'alimenter; le conduit œsophagien disparaît, les mandibules sont peu visibles, elles ne sont plus fonctionnelles, l'Insecte est redevenu immobile. Le sac digestif est en partie contracté. A la périphérie, il apparaît une deuxième membrane, future enveloppe du 2^e stade larvaire (fig. 8 et 9). La mue intervient à la 48^e heure environ (fig. 10). La larve occupe alors plus de la moitié du volume de l'œuf de son hôte *Corcyra*.

2^e *stade larvaire*. — Ce dernier est globuleux. Il diffère du précédent par des mandibules plus visibles. Le dispositif buccal du stade précé-

Légendes des figures

1-4, *œuf*; 1, aspect général; 2, apparition de granulations peu de temps après la ponte; 3, organisation de la larve à l'intérieur de l'œuf; 4, éclosion;
5-10, *larve du premier stade*; 5, début; 6, détail de la région buccale; 7, aspect vers la 30^e heure; 8, fin du premier stade; 9, préparation à la mue, apparition de la deuxième enveloppe; 10, première mue; 11-13, *larve du deuxième stade*; 13, cadre buccal; 14-16, *larve du troisième stade*; 14, crochet buccal (mandibule); 17-20, *pré-nymphe*; 17, début; 18, granulations sur la paroi du sac digestif; 19-20, *pré-nymphe* en cours d'organisation; 21, *nymphe*.

GROSSISSEMENTS Fig. 1-5 : × 235; fig. 6 : × 470; fig. 7-12, 15-21 : × 70; fig. 13 : × 140.



Rajapolino S.

FIG. 1-21, développement de *Trichogramma australicum* GIR.

dent se retrouve encore, mais le sac digestif occupe la presque totalité du corps et l'orifice buccal possède des renforcements caractéristiques correspondant à un cadre buccal musculéux assurant l'absorption et l'avancement de la nourriture (N^{os} 11 à 13). On ne distingue pas de segmentation.

A la fin du deuxième stade, des ponctuations apparaissent sur la paroi du sac digestif. *In vivo*, elles ont l'aspect de taches blanchâtres plus claires que le reste du corps. Elles sont constituées par de très petites granulations groupées en paquets, eux-mêmes disposés en couronnes de 6 à 10 paquets chacune. Leur nombre augmente progressivement et sera surtout important au 3^e stade (fig. 18). De nombreux globules graisseux envahissent le sac digestif.

Le deuxième stade larvaire dure une journée environ : du 2^e au 3^e jour après la ponte. Sa taille s'accroît surtout en largeur car la larve a déjà atteint à peu près sa longueur définitive dès la fin du premier stade. Longueur 0,47 — largeur 0,32 mm.

A l'approche de la mue, la paroi de l'œuf hôte commence à noircir. Cette teinte qui caractérise très nettement ce mode de parasitisme est due à un dépôt de granules noirs très petits sur la paroi interne du chorion, ou sur la membrane vitelline (FAURE, 1926). Ce dépôt s'accroît encore au cours du stade suivant.

3^e *stade larvaire* (fig. 14 à 18). — Ce stade a été particulièrement bien décrit par MOUTIA & COURTOIS. Nous nous bornerons à reprendre l'essentiel de leur description.

« Les taches blanches disposées en couronne, déjà observées au deuxième stade, deviennent plus nombreuses sur la paroi du tube digestif. Les mandibules deviennent plus volumineuses, légèrement recourbées à leur extrémité et enflées à leur base (fig. 14). Au 5^e jour, les points blancs sont très visibles, principalement dans la partie postérieure du corps. La partie antérieure possède des constriction qui laissent deviner les ébauches de la tête et de la segmentation thoracique » (fig. 15).

La Prénympe. — « Au cours du sixième jour qui suit la ponte, les taches blanches régressent. Le dernier stade (prépupe) est à nouveau allongé. Il apparaît 3 légères rides dans la partie antérieure et 4 à la partie postérieure du corps. La prénympe porte parfois la dépouille de la 3^e mue qui reste attachée à l'extrémité postérieure de son corps » (MOUTIA & COURTOIS, 1952).

Au cours de ce stade nymphal de profonds remaniements se produisent : le sac digestif se concentre dans la partie centrale, les couronnes de granulations claires se concentrent également et deviennent peu apparentes. On distingue des masses cellulaires volumineuses à gros noyaux et à cytoplasme clair puis d'autres plus granuleuses généralement ovoïdes et possédant une lumière en leur centre. Ce sont les ébauches des éléments constitutifs de la nymphe (fig. 20). Ils

s'individualisent peu après, prennent leur place et deviennent les ébauches des antennes, tête, pattes, ailes et pièces génitales (fig. 21).

La Nymphe: MOUTIA (1942) la décrit ainsi : « Translucide, lisse, de couleur brun pâle, sa cuticule est fine et transparente. Les segments abdominaux n'apparaissent pas distinctement. Les bourrelets alaires sont distincts. Les ocelles sont rouge clair et les gaines des pattes bien marquées » (fig. 21).

En élevage à 28 °C les durées des différents stades sont les suivantes :

Stade œuf	24 heures — de 0,1 à 0,17 mm.
1 ^{er} stade larvaire	25 ^e à 45 ^e heure — longueur 0,13 à 0,45mm.
2 ^e stade larvaire	49 ^e à fin du 3 ^e jour — longueur : 0,47 mm.
3 ^e — —	4 ^e et 5 ^e jours.
Prénymphé	6 ^e jour.
Nymphé	de la fin du 6 ^e jour au 8 ^e jour.

Le cycle est donc de 8 jours à 28 °C. (Il est de 6 jours à 30 °C.) Pratiquement, en élevage massal, la ponte a été échelonnée sur 48 h. Les adultes apparaissent entre le 8^e et la fin du 9^e jour qui suit la mise en rapport des parasites parents et de leurs hôtes.

Ce cycle peut s'allonger considérablement par exposition au froid (SCHREAD & GARMAN, 1934).

A 6 °C, le taux de mortalité est très élevé lorsque les œufs parasités sont placés en chambre froide, 24 heures après la ponte du parasite.

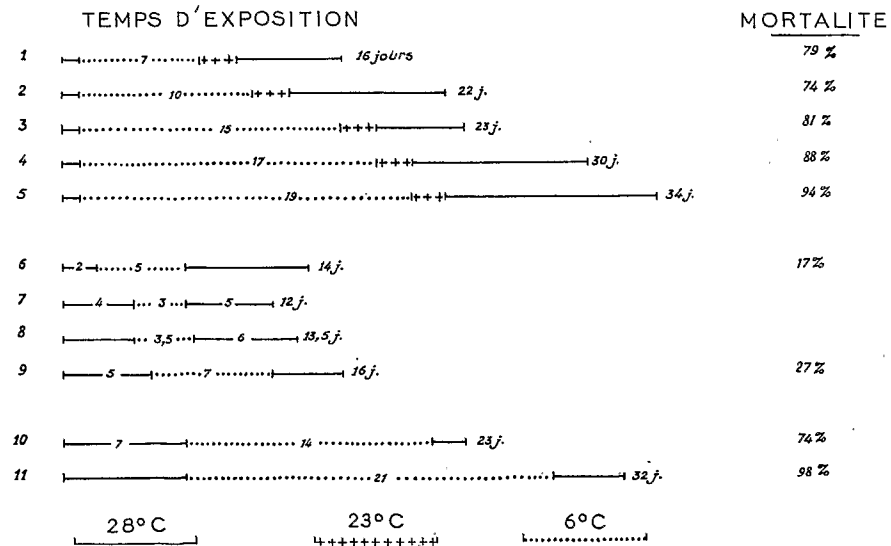


FIG. 22, influence de la durée d'exposition au froid sur le cycle de *Trichogramma australicum*

Dans ce cas, la durée du cycle est fortement influencée par le temps d'exposition au froid. Ce dernier arrête non seulement tout développement mais provoque, lorsque les *Trichogrammes* sont placés à nouveau à 28 °C, un ralentissement de la croissance du parasite proportionnel à la durée de l'exposition au froid. Par contre, lorsque le froid intervient sur des œufs parasités depuis 6 à 7 jours et maintenus jusqu'alors à 28 °C, ce sont les nymphes qui subissent le refroidissement; les pertes sont faibles et, lorsqu'on expose à nouveau les œufs à 28 °C, les parasites reprennent aussitôt leur développement sans autre interruption que le temps passé en chambre froide.

De cette façon, la vie larvaire et nymphale du *Trichogramme* peut s'accroître jusqu'à 16 jours sans que l'émergence des adultes en soit affectée.

La figure 22 donne quelques durées de cycle en fonction des diverses expositions en chambre froide.

On remarque cependant que la vitalité des adultes est moindre lorsque ceux-ci ont subi l'exposition au froid pendant une partie de leur vie larvaire.

3. FÉCONDITÉ ET PRODUCTIVITÉ.

En élevage artificiel massal, la fécondité est extrêmement variable. D'après MOUTIA & COURTOIS (1952), la moyenne est de 40 œufs par femelle fertile, le maximum atteint 60 œufs.

Le gradient de productivité, en éliminant le plus possible le superparasitisme, a été étudié pour un ensemble de femelles vierges comparé à des femelles fécondées. *T. australicum* possède en effet une parthénogénèse facultative arrhénotoque. Les femelles non fécondées en élevage massal ont donné une productivité de 26-27 contre 30 à 36 chez les femelles fécondées. Ces valeurs tiennent compte de la mortalité, qui peut intervenir au cours des premiers stades larvaires.

La productivité réelle de nos élevages en masse est en réalité plus faible encore, car il faut tenir compte du taux sexuel (et de ses fluctuations), des pertes dues aux pontes déposées dans des hôtes en mauvais état voués à un dessèchement prématuré et celles dues à un nombre trop grand de parasites évoluant dans un œuf (qui entraîne le dessèchement des œufs hôtes sans qu'aucun *Trichogramme* ne parvienne à la fin de son développement).

Nous avons évalué la fécondité individuelle en isolant plusieurs couples (en général une trentaine par génération utilisée) en tubes de verre de 60 × 16 mm. Dans chaque tube, on présentait une lamelle de verre portant les œufs hôtes, au nombre d'une centaine environ. La lamelle de verre était renouvelée chaque jour.

Dans ces conditions, la fécondité moyenne des femelles de *T. australicum* a été de 44 à 48. On constate ici encore, dans tous les cas, de fortes différences entre individus et entre générations.

La ponte se répartit sur plus de 4 jours, le nombre d'œufs déposés le 2^e jour étant le plus important; la ponte du 4^e jour n'est pas encore négligeable. Cette caractéristique est un élément d'identification de *T. australicum* donné par QUEDNAU (1960).

4. ACTION DE L'ÉCLAIREMENT SUR LA PONTE.

COSTAS (1951), a étudié l'effet de différentes conditions écologiques sur l'oviposition de *T. minutum* RILEY élevé sur *Sitotroga cerealella*. Il avait remarqué que le pourcentage moyen de parasitisme était considérablement plus élevé à la lumière qu'à l'ombre, pensant que l'accroissement d'activité des parasites, plutôt qu'une meilleure vision, en était la cause.

Par ailleurs, SALT (1937) remarquait que des femelles de *T. evanescens* étaient capables de distinguer leurs hôtes et de pondre à l'obscurité.

A notre tour nous avons cherché à établir dans quelle mesure il était nécessaire d'utiliser un éclairage pour assurer aux élevages une meilleure productivité. La lumière blanche à 4 500° K ne montre pas de différence d'action par rapport à la lumière du jour. Par contre la ponte a été cependant moins bonne dans les lots soumis à l'obscurité que dans ceux exposés à la lumière. Ces résultats nous ont conduit à adopter la lampe à lumière blanche pour l'élevage massal.

3. Les effets du superparasitisme

1. MISE EN ÉVIDENCE.

Dès les premières générations de *T. australicum* en élevage massal sur *Corcyra cephalonica*, on constate une réduction sensible de la taille des Insectes obtenus. Il ne s'agit pas de dégénérescence mais simplement d'un excès de parasitisme d'un nombre d'œufs hôtes trop faible par rapport au nombre de parasites.

Un œuf de *Corcyra* peut héberger normalement un Trichogramme. Lorsque deux parasites se développent dans le même œuf, l'espace et la quantité de nourriture disponibles leur permettent d'atteindre normalement la fin de leur développement mais leur taille est plus faible. Ainsi, une nymphe isolée est toujours placée dans le sens de la plus grande dimension de l'œuf et ses dimensions sont :

$$L : 0,56-0,60 \quad l : 0,30-0,35 \quad \frac{L}{l} = 1,79.$$

Souvent, deux nymphes dans un seul œuf de *Corcyra* ne sont pas exactement de même taille; elles sont toujours adossées l'une contre l'autre, parallèlement au grand axe de l'œuf qui se trouve légèrement déformé; leurs dimensions sont alors :

$$L : 0,45-0,50 \quad l : 0,23-0,27 \quad \frac{L}{l} : 1,97.$$

Les adultes sont plus petits et surtout plus étroits.

Le cas de 3 nymphes par hôte est moins fréquent. Elles sont alors le plus souvent de même taille, parfois l'une d'elles plus grande que les deux autres :

$$L : 0,34-0,44 \quad l : 0,16-0,23 \quad \frac{L}{l} = 2,12$$

Ces nymphes sont encore de forme plus allongée que dans le cas normal.

Le cas de 4 nymphes par hôte est rare. On en rencontre parfois de bien formées et susceptibles de parvenir au stade adulte; ici les dimensions deviennent :

$$L : 0,35-0,36 \quad l : 0,18-0,20 \quad \frac{L}{l} = 1,87$$

Dans ce dernier cas, l'œuf hôte devient très boursoufflé, arrondi; chaque nymphe est plus globuleuse et tend vers la forme normale.

2. MÉCANISME DE LA CONCURRENCE VITALE SUR *Corecya*.

Recherchons à quel moment la concurrence intervient entre parasites :

Il est bien évident qu'elle apparaîtra d'autant plus précocement que le nombre d'œufs pondus dans un seul hôte est important. Nous avons observé un maximum de 8 œufs de *Trichogramme* dans un seul œuf de *Corecya*, mais le nombre le plus fréquent est deux (fig. 23-24). Dans ce dernier cas, deux œufs de *Trichogrammes* ne se gênent pas, car ils ont un large espace à leur disposition. Il en est de même au cours du premier stade larvaire (fig. 25-26). Nous avons vu qu'à l'issue de ce stade, la larve atteint à peu près sa longueur définitive, soit 0,45 mm lorsqu'elle est seule. La figure 27 montre une larve au début du deuxième stade dont la longueur atteint 0,48 mm. Elle n'utilise pas encore la totalité de la place disponible et augmentera principalement au cours du 2^e stade.

Sur la fig. 28 se trouvent, situées dans un seul œuf, deux larves au début du deuxième stade, mais légèrement plus petites ($L = 0,42$). La concurrence vitale n'a pas encore joué considérablement, mais va devenir sévère au cours du 2^e stade larvaire pendant lequel le vitellus se trouvera à peu près entièrement utilisé. Les 3^e stades, prénymphe et nymphes se produisent pratiquement sans augmentation de la taille, ainsi que cela a lieu normalement. On peut donc dire que, lorsque deux larves de *Trichogramme* sont en présence dans un seul œuf de *Corecya*, la concurrence apparaît environ au milieu du 2^e stade et reste peu importante.

Si les larves sont au nombre de trois, la concurrence intervient dès le premier stade, aucun accroissement n'étant plus possible à partir du début du deuxième. Il s'agit, bien entendu, dans ces cas, de

larves pondues à peu près au même moment dans l'œuf hôte. C'est ce qui se présente le plus fréquemment (fig. 29).

D'un ensemble d'observations sur les différents cas de superparasitisme nous avons tiré les conclusions suivantes :

Les œufs de *Corcyra* ne parviennent à nourrir jusqu'à l'adulte qu'un maximum de 4 Trichogrammes, chiffre d'ailleurs exceptionnel.

Lorsque le superparasitisme est intense, on peut rencontrer jusqu'à 8 œufs de parasite dans un seul hôte. Lorsque le nombre d'œufs de parasites est supérieur à 4, les œufs n'évoluent généralement pas ou, s'ils éclosent, on ne constate pas d'accroissement sensible de la larve de 1^{er} âge et l'hôte se dessèche dans les 4 jours qui suivent.

On rencontre parfois au cours des premiers stades larvaires un certain nombre de larves d'âges différents dans le même hôte. Les différences dues à l'échelonnement de la ponte des parasites ne se ren-

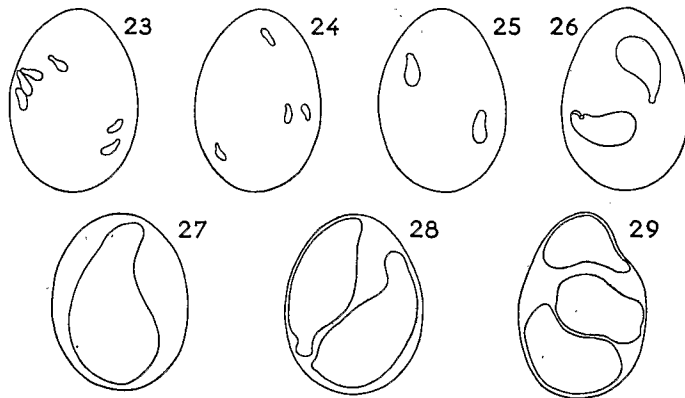


FIG. 23-29, proportions des Trichogrammes et concurrence vitale dans des œufs de *Corcyra*.

23-24, œufs de Trichogrammes situés à l'intérieur d'un œuf de *Corcyra*; 25, début du 1^{er} stade vers la 30^e heure après la ponte; 26, milieu du 1^{er} stade, cas de deux larves; 27, début du 2^e stade, cas d'une seule larve; 28, début du 2^e stade, cas de deux larves; 29, début du 2^e stade, cas de trois larves.

contrent généralement plus à partir du 3^e âge. Le plus souvent, les Trichogrammes qui se trouvent au nombre de trois dans un même hôte évoluent plus lentement que lorsqu'ils sont isolés ou groupés par deux. Aux stades ultimes de la vie larvaire, la larve la plus en retard dans son développement rattrape sa voisine. Les adultes émergent en même temps, mais ils pourront être de taille différente. Si ce retard a été trop important, l'élimination de la larve la plus jeune a lieu dès les premiers stades larvaires.

3. INFLUENCE DU SUPERPARASITISME SUR LE CYCLE.

La répartition dans le temps des émergences des parasites adultes d'un même lot doit être en élevage industriel aussi courte que possible. De ce fait, l'exposition des œufs hôtes aux parasites ne doit pas se prolonger en général au-delà de 24 heures. Ainsi, l'émergence des adultes que l'on destine aux lâchers devrait, elle aussi, se répartir sur 24 heures seulement. On a cependant constaté qu'en pratique, les émergences s'échelonnent sur une durée plus longue. Nous en avons recherché les causes, ou du moins une des causes possibles dans les différences de superparasitisme des œufs hôtes.

Dans ce but on réalise, dans des conditions aussi homogènes que possible, l'exposition aux parasites de quelques cartes d'œufs de *Corcyra* en limitant à 24 heures le contact entre hôtes et parasites. Ces cartes sont ensuite divisées en deux moitiés : dont les œufs sont disséqués respectivement le 5^e jour après l'exposition, de façon à noter le taux de superparasitisme initial puis, 10 heures après l'émergence du premier adulte, de façon à noter le taux d'émergence des adultes à ce moment et le taux de superparasitisme des Insectes non encore émergés. Les résultats sont donnés dans le tableau I.

TABLEAU I

Retard d'éclosion des œufs superparasités

	AU 5 ^e JOUR Taux de superpa- rasitisme initial	10 HEURES APRÈS LA 1 ^{re} ÉMERGENCE Taux de superpa- rasitisme	Taux d'émergence
	37,5	73,7	42,4
	49,5	58,7	33,1
	30,6	50,0	33,4
	47	70,6	34,0
Répétitions	42,6	60,3	41,4
	58	67,5	40,0
	52	54,2	45,0
	45,0	55,5	44,3
	33,5	52,5	42,9
Moyenne	43,9	60,3	39,6

Lorsque 40 % de la population est émergée, le taux de superparasitisme est nettement plus élevé que le taux initial et passe de 44 à 60 %. Il est donc clair que les Trichogrammes des œufs superparasités sont plus lents à émerger que les autres. Ils sont, pour une part importante, la cause de l'allongement de la période d'émergence constatée.

4. CONSÉQUENCES DU SUPERPARASITISME SUR UN ÉLEVAGE MASSAL.

Les femelles de petite taille (0,34 à 0,38 mm) qui proviennent d'œufs de *Corcyra* superparasités possèdent, lorsqu'elles sont placées dans les mêmes conditions d'existence que les plus grandes, une fécondité beaucoup plus faible. Les individus les plus petits ont aussi une

longévité plus courte. Ainsi, lorsque le superparasitisme est élevé, la productivité des Trichogrammes est plus faible en raison de la baisse de fécondité des femelles et de la mortalité des larves.

Afin d'assurer un rendement convenable à nos élevages, de limiter la durée de la période d'émergence des adultes et de conserver aux souches obtenues une vigueur convenable, il importe d'éviter le plus possible le superparasitisme. Dans ce but, on a procédé à une « sélection » en ne conservant comme géniteurs que les Trichogrammes émergés le premier jour, c'est-à-dire qui ont le plus de chance de ne pas être des superparasites.

5. VARIATION DU SUPERPARASITISME EN FONCTION DE L'HÔTE.

A partir de 60 femelles et 500 œufs hôtes, on a obtenu avec *Ephestia*: 163 œufs contenant un seul Trichogramme et 42 en hébergeant au moins deux; avec *Corcyra*: 82 œufs contenant un seul Trichogramme et 193 superparasités. Ainsi, le taux de superparasitisme a été de 20,4 pour *Ephestia* et 70,1 pour *Corcyra*, les conditions d'élevage étant identiques.

Ces observations sont à rapprocher des mensurations des œufs hôtes. Le volume de l'œuf de *Corcyra* est en effet supérieur à celui d'*Ephestia* (0,039 mm³ contre 0,026 mm³).

Ainsi, il apparaît que, pour éviter les inconvénients d'un excès de superparasitisme en élevage massal, il aurait été préférable d'adopter comme hôte *Ephestia* au lieu de *Corcyra*, ce qui n'aurait pas empêché l'obtention d'adultes de taille normale. Toutefois, ainsi qu'il a été indiqué plus avant, le choix de l'hôte s'est porté sur *Corcyra* pour des raisons de commodité d'élevage de cet hôte. Avec les précautions indiquées au paragraphe précédent, le superparasitisme a pu cependant être limité à des proportions satisfaisantes au cours des élevages.

Par ailleurs, nous avons fait pondre *T. australicum* dans des œufs de *Papilio demodocus*. Ceux-ci atteignent 1,5 mm de long et 1,33 de large. Malgré la dureté du chorion, *T. australicum* pond communément 8 larves qui donnent des adultes de taille normale. Lorsqu'on rencontre 12 larves dans un tel œuf, la concurrence intervient alors à partir du 3^e âge et on obtient des Insectes de petite taille.

Inversement, lorsqu'un œuf de *Proceras* n'héberge qu'une seule larve, l'adulte qui en résulte possède un abdomen anormalement renflé qui le rend peu actif. Dans les conditions naturelles, ce cas est exceptionnel et le superparasitisme est la règle, chaque hôte recevant en général 3 à 5 œufs du parasite.

En élevage sur *Corcyra*, lorsque nous cherchons à éviter le superparasitisme en employant un excès important d'œufs hôtes, le superparasitisme reste cependant assez fréquent bien qu'une grande quantité d'hôtes ne soient pas parasités. Il paraît douteux qu'il soit possible d'obtenir en élevage artificiel sur *Corcyra* un superparasitisme inférieur à 10 %.

6. LA RECHERCHE DE L'HÔTE ET LE SUPERPARASITISME.

Pour comprendre dans quelles circonstances le superparasitisme intervient, on a recherché si une femelle pouvait faire la distinction entre un œuf de *Corcyra* sain et un œuf déjà parasité par elle-même ou par une autre femelle.

Dans ce but, nous avons suivi étroitement le comportement de plusieurs d'entre elles et nous avons retrouvé les grandes lignes des observations faites par SALT (1937) sur le comportement des femelles de *T. evanescens*.

De façon habituelle, une femelle jeune distingue directement les œufs déjà parasités par elle en procédant à un passage rapide sur ces derniers, sans même les palper de ses antennes, alors que cela se produit habituellement avant la ponte. Cette distinction se fera d'autant plus facilement que les œufs hôtes seront isolés et plus éloignés les uns des autres. Tout se passe dans ce cas comme si l'Insecte retrouvait facilement ses propres traces. La femelle a d'ailleurs tendance à revenir sur l'œuf déjà visité avant de s'éloigner vers un autre œuf en élargissant son rayon d'action.

En élevage massal, cet instinct de discrimination devient souvent aberrant, car ici la densité en hôtes et parasites est toujours élevée. Les parasites circulent constamment sur les œufs hôtes en leur communiquant cette « odeur » que SALT met en cause, ce qui désorienterait les femelles par surabondance d'effluves au lieu de les guider. Nous avons observé également qu'en élevage, le phototropisme des parasites peut provoquer un superparasitisme intense en certains points trop éclairés lorsque la lumière est trop orientée. Les récipients dans lesquels les parasites sont mis en présence de leurs hôtes doivent donc être placés en lumière diffuse ou à l'obscurité.

Toutefois, il arrive souvent qu'une femelle isolée pondre deux fois consécutives sur le même œuf. Nous pouvions penser qu'elle commettait, en quelque sorte, une erreur due à une imperfection de son instinct. Nous avons remarqué cependant que la femelle, revenant sur des œufs qu'elle venait de parasiter et y pondant parfois à nouveau, avait tendance à passer plusieurs fois sur ses propres traces avant de rechercher d'autres œufs en élargissant ses investigations. Ainsi, nous pouvons estimer que le superparasitisme sur œuf de *Corcyra* est normal. L'œuf de *Corcyra* est plus petit qu'un œuf de *Proceras*, les capacités nutritives sont moindres, mais il permet cependant, nous l'avons vu, l'obtention de deux ou trois parasites de petite taille, mais viables.

Nous sommes donc amené à distinguer le superparasitisme dû à une perte du sens de discrimination qui intervient en élevage massal, de celui tout à fait naturel qui provient d'une répétition voulue de la

ponte par suite de l'estimation par la femelle du volume de l'œuf qui se présente à elle. Ceci expliquerait pourquoi on ne trouve presque jamais de Trichogrammes isolés dans des œufs de *Proceras*.

7. LE SUPERPARASITISME NATUREL — CAS DE *Proceras*.

Lorsque l'on rencontre 12 larves de Trichogrammes dans un œuf de *P. demodocus*, on obtient des Insectes de petite taille comme dans le cas de *Corcyra*. De même, au-delà de 5 parasites, l'œuf de *Proceras* est inapte à fournir des adultes de taille normale.

Tout ceci nous conduit à penser que ce phénomène devrait intervenir parfois dans la nature à la faveur d'un accroissement de la population parasite. Il en résulterait donc l'apparition d'Insectes de petite taille, moins robustes et moins productifs que les Insectes normaux, et même, dans le cas extrême, la mort de tous les parasites situés dans le même œuf en trop grand nombre; ainsi que nous l'avons vu se réaliser en élevage dans le cas de *Corcyra*. Ce phénomène serait-il la cause, ou une des causes, de la réduction du parasitisme naturel à la fin de la saison sèche constaté annuellement à Ambilobe dans les champs de canne à sucre? On sait en effet qu'au cours du mois d'août, la quasi-totalité des pontes de borer sont entièrement parasitées.

En réalité il n'en est pas ainsi. L'examen de la variation annuelle du superparasitisme en champ de cannes montre qu'il se situe à Ambilobe entre 3,20 et 4,50. C'est en début de saison (janvier-février) que le taux est le plus élevé. Il se maintient au-dessus de 4 jusqu'en fin mai puis décroît de juin à septembre.

La coupe des Cannes qui intervient à partir de juin doit contribuer à cet amincissement. Il semble que la réduction du nombre d'hôtes qui s'observe en juillet entraîne parallèlement une diminution de la population en parasite. Peut-être aussi s'agit-il d'une diminution de la fécondité par suite de l'abaissement de la température en saison sèche. Quoiqu'il en soit, on ne constate pas d'augmentation du taux de superparasitisme consécutive à une diminution de la population hôte. Le superparasitisme n'est donc jamais trop élevé et n'a pas dans la nature l'effet destructeur de la population des parasites constaté en élevage.

Sans doute, là encore, la capacité de discrimination des femelles en cours de ponte dont parle SALT doit-elle intervenir avec efficacité.

8. INFLUENCE DU SUPERPARASITISME SUR LE TAUX SEXUEL NATUREL EN CHAMP DE CANNES.

En procédant à de nombreuses dissections d'œufs de *Proceras* récoltés dans les champs et contenant des 1, 2, 3, .. *n* adultes en pré-émergence, on a noté le sexe des Trichogrammes.

TABLEAU 2

Variation du taux sexuel en fonction du nombre de parasites par œuf

Nombre de Trichogrammes par œuf de borer	Nombre d'œufs de borer disséqués	Nombre de femelles	Nombre total de Trichogrammes	Taux de femelles
2	20	34	40	85
3	59	136	177	76,8
4	42	122	168	72,6
5	24	84	120	76,0
6	14	48	84	57,1
7	3	9	21	42,8

Lorsque le superparasitisme s'accroît, le taux de femelles diminue. Le superparasitisme tend donc à favoriser le développement des mâles.

9. PARASITISME DES ŒUFS HÔTES A DIFFÉRENTS STADES D'INCUBATION.

Une femelle mise en présence d'œufs hôtes dont l'évolution est plus ou moins avancée, ne semble faire aucune distinction entre des œufs de *Corcyra* âgés de 1 jour et ceux de 4 jours et pond indifféremment dans les uns ou les autres.

Des observations répétées ont montré que *T. australicum* pond de préférence dans les hôtes frais mais peut fort bien se contenter d'œufs dont l'embryon est bien développé à l'approche de l'éclosion.

Les larves de Trichogrammes peuvent se développer selon l'âge de l'hôte soit aux dépens du vitellus de l'œuf, soit de l'embryon lui-même à n'importe quel stade de son développement.

Dans ce dernier cas, l'embryon se trouve progressivement digéré par un processus de lyse préalable des tissus déjà formés. La chitine elle-même est dissoute, y compris les plaques les plus épaisses comme celles de la capsule céphalique (fig. 30 à 37). Le retard de développement dû à ces conditions particulières, s'il existe, est minime et les réductions de taille qui pourraient résulter de la préalable utilisation du vitellus par l'embryon hôte sont également peu sensibles en raison même de la pleine utilisation de la nourriture disponible. Cependant, un certain nombre d'œufs parasités trop tardivement se dessèchent sans assurer l'émergence de Trichogrammes adultes.

Le Trichogramme est donc un parasite indifférent s'attaquant aussi bien au vitellus qu'à l'embryon de son hôte à n'importe quel âge de ce dernier entre la ponte et l'éclosion.

Lorsqu'on examine l'influence de l'âge des œufs hôtes dans la pratique d'un élevage massal, on constate que :

1° Le rendement le plus fort est réalisé lorsqu'on emploie des œufs âgés de 30 heures au moment de l'exposition aux parasites.

2° Le superparasitisme ne varie pas beaucoup.

3° La durée du cycle augmente de 24 heures lorsque les œufs hôtes sont âgés de plus de 30 heures au moment de leur exposition.

4° Quelques pertes interviennent à la fin du stade larvaire ou au début du stade nymphal, lorsque les œufs sont âgés de 56 à 80 heures au moment de leur exposition.

Il résulte de cette analyse qu'il est possible d'utiliser dans les élevages en masse des œufs d'âges différents.

Il est toutefois préférable de présenter exclusivement des œufs frais, mais l'emploi d'œufs dont l'âge s'échelonne entre 24 et 48 heures, ne saurait entraîner de conséquences néfastes. La conservation des œufs frais en chambre froide permet également de prolonger les délais d'utilisation.

10. UTILISATION DES ŒUFS DE *Corcyra* DONT L'EMBRYON A ÉTÉ TUÉ AVANT LA MISE EN PRÉSENCE DES TRICHOGRAMMES.

Quelles que soient les conditions de conservation des œufs ou leur âge avant leur parasitisme, nous trouvons toujours sur les cartes chargées d'œufs hôtes un certain nombre d'entre eux qui ne sont pas parasités. Nous savons, en effet, qu'il n'est pas souhaitable de tenter de réaliser le parasitisme de la totalité des œufs présentés, car il convient de réduire le superparasitisme au minimum.

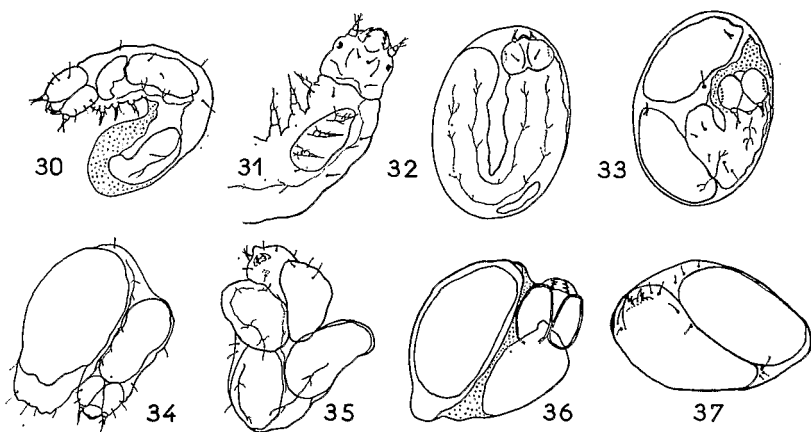


FIG. 30-37, parasitisme des embryons de *Corcyra* à l'intérieur de l'œuf hôte. 30-32, embryons de chenilles au 4^e jour d'incubation parasitées par Trichogrammes en fin de premier stade; 33, lyse d'un embryon de chenille par concurrence vitale due à la présence de deux larves de Trichogrammes en 2^e stade situées à l'extérieur de l'embryon; 34, même cas, les parasites étant à l'intérieur de l'embryon; 35, parasitisme d'un embryon par 4 larves de Trichogrammes; 36, deux larves de fin de 2^e âge achèvent la destruction d'un embryon; 37, larves de fin de 2^e âge après destruction d'un embryon. (Il ne subsiste que quelques chètes dispersés et les deux mandibules de l'embryon de la chenille.)

Ainsi, il existe toujours un certain nombre d'hôtes susceptibles d'éclore avant l'émergence des parasites. En effet, l'incubation des œufs de *Corcyra* dure de 4 à 5 jours alors que la phase parasitaire du

Trichogramme s'échelonne sur 8 à 9 jours dans les conditions normales (28 °C et 80 % H. R.) de nos élevages.

Comme les chenilles de *Corcyra* et même d'*Ephestia* qui viennent d'éclore sont très voraces et dévorent les œufs qui les environnent, il devient nécessaire de rechercher un procédé qui permette de les éliminer dès leur éclosion. Ainsi, après quelques tentatives infructueuses ou incommodes pour éliminer les chenilles, mettant en œuvre des procédés mécaniques (trempage des œufs dans l'eau, agitation, brossage, etc.), nous avons remarqué qu'il était préférable de tuer le jeune embryon à l'intérieur de son œuf avant de présenter ce dernier au parasite. Nous savons en effet que le Trichogramme vit fort bien aux dépens du vitellus seul. Par conséquent, il devait être probablement indifférent à l'absence d'embryon vivant.

Le rayonnement ultra violet, par exposition de 15 minutes à 15 cm d'une lampe germicide de 30 watts, assure la destruction des embryons à l'intérieur des œufs frais de *Corcyra*.

Ce moyen utilisé en permanence dans nos élevages nous a permis de prolonger sans difficulté l'utilisation des œufs hôtes pendant une semaine dans les conditions du laboratoire et pendant 15 jours en chambre froide. La suppression des éclosions indésirables de chenilles pendant la durée du développement des parasites a toujours été totale.

SUMMARY

The morphological and biological characteristics of *Trichogramma australicum* GIR., a parasite of the sugar cane borer *Proceras sacchariphagus* BOJ. in Madagascar are given with a description of the nymphal stages.

The influence of temperature and light on the life cycle, the fecundity and the productivity in breeding are studied. The superparasitism which always appears when *Corcyra cephalonica* is used as host to breed the *Trichogramma* is analysed.

The discrimination between parasited and non parasited eggs, the research of the host, the annual variation of the natural superparasitism in the field and its influence on the sex ratio are discussed.

The parasite feeds indifferently on the vitellus or on the embryo of the host eggs so it is possible to use, for mass breeding, eggs of *Corcyra* of which the embryo was previously killed by U. V. rays.

BIBLIOGRAPHIE

- COSTAS, L. A. — 1951. The Effect of varying conditions on oviposition by *Trichogramma* on eggs of Angoumois grain moths. — *Journ. econ. Ent.*, **34**, 57-58.
- FERRIÈRE, C. — 1947. Les espèces ou races biologiques de *Trichogramma*. — *Verh Schweiz. naturf. Ges.*, 92-93.
- FLANDERS, S. E. & W. QUEDNAU. — 1960. Taxonomy of the genus *Trichogramma* (Hymenoptera, Chalcidoidea, Trichogrammatidae). — *Entomophaga*, **5**, 285-294.
- HAMA, T. — 1938. On the cold storage of the eggs of *Ephestia cautella* WALK., and *Trichogramma japonicum* ASHM. — *Oyo. Dobuts. Zasshi*, **10**, 111-114.

- MAYER, K. & W. QUEDNAU. — 1959. Verhaltensänderungen bei Eiparasiten der Gattung *Trichogramma* unter dem Einfluss des Wirtes. — *Z. f. Parasitenkunde*, **19**, 35-41.
- MOUTIA, L. A. — 1942. *Division of Entomology, Rep. Dep. Agric. Mauritius*, 1941, pp. 14-21. Port-Louis.
- MOUTIA, L. A. & G. COURTOIS. — 1952. Parasites of the moth borers of sugar-cane in Mauritius. — *Bull. ent. Res.*, **43**, 325-359.
- QUEDNAU, W. — 1956. Die biologischen Kriterien zur Unterscheidung von *Trichogramma* Arten. — *Z. Pflanzenkr. Pflanzenschutz*, **63**, 333-343.
- 1960. Über die Identität der *Trichogramma* Arten und einiger ihrer Ökotypen. — *Mitt. Biol. Bundesanst. für Land und Forstw.*, **100**, 11-50.
- 1961. Die Problematik der Nomenklatur bei den *Trichogramma*-Arten. — *Entomophaga*, **6**, 155-161.
- SALT, G. — 1934. Experimental studies in insect parasitism. I Introduction and technique. II Superparasitism. — *Proc. Roy. soc. London*, N° B 790, 450-476.
- 1935. Experimental studies in insect parasitism. III Host selection. — *Proc. Roy. soc. London*, N° B 805, 413-435.
- 1936. Experimental studies in insect parasitism. IV. The effect of superparasitism on populations of *Trichogramma evanescens*. — *J. exp. Biol.*, London **13**, 363-375.
- 1937. The sense used by *Trichogramma* to distinguish between parasitized and unparasitized hosts. — *Proc. Royal Soc. London S. B.* **22**, 57-75.
- SCHCHEPETIL'NIKOVA, V. A. — 1939. On the rôle of temperature and humidity in the biology of *Trichogramma evanescens* WESTW. — *Plant Prot.*, **19**, 56-66.
- SCHREAD, J. C. & P. GARMAN. — 1934. Some effects of refrigeration on the biology of *Trichogramma* in artificial breeding. — *J. N. Y. ent. Soc.*, **42**, 263-283.
- TUCKER, R. W. E. — 1931. Sugar cane borers. The mass breeding of *Trichogramma minutum* to control *Diatraea saccharalis* in barbados during 1930. — *Trop. Agric.*, **8**, 283-288.

(Institut de Recherches agronomiques
à Madagascar, I.R.A.T.)

J. BRENIÈRE

Les Trichogrammes
parasites de *Procerasacchariphagus* BOJ.
borer de la Canne à sucre
à Madagascar

1. — Écologie de *Trichogramma australicum* GIR., parasite autochtone. Effet du renforcement de la population parasite.
2. — Étude biologique de *Trichogramma australicum* GIR.
3. — Réalisation de l'élevage massif du parasite.
4. — Étude comparée de plusieurs espèces de Trichogrammes.

Extrait de *Entomophaga*, 10, 1965

1. — 83-96
2. — 99-117
3. — 119-131
4. — 273-294

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 29.465 - 29.468 ex 1

Cote : 6