



**BIOLOGIE DE DEUX PRÉDATEURS DE L'ABEILLE
SOLITAIRE MEGACHILE ROTUNDATA F. (=
PACIFICA PANZ.) [HYMENOPTERA
MEGACHILIDAE]: TRICHODES ALVEARIUS F. ET
TRICHODES APIARIUS L. [COLEOPTERA,
CLERIDAE] : MÉTHODES DE LUTTE**

S. Carré

► **To cite this version:**

S. Carré. BIOLOGIE DE DEUX PRÉDATEURS DE L'ABEILLE SOLITAIRE MEGACHILE ROTUNDATA F. (= PACIFICA PANZ.) [HYMENOPTERA MEGACHILIDAE]: TRICHODES ALVEARIUS F. ET TRICHODES APIARIUS L. [COLEOPTERA, CLERIDAE] : MÉTHODES DE LUTTE. *Apidologie*, Springer Verlag, 1980, 11 (3), pp.255-295. <hal-00890525>

HAL Id: hal-00890525

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00890525>

Submitted on 1 Jan 1980

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est émanant des établissements d'enseignement et de destinée au dépôt et à la diffusion de documents recherche français ou étrangers, des laboratoires scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, publics ou privés.

**BIOLOGIE DE DEUX PRÉDATEURS DE L'ABEILLE SOLITAIRE
MEGACHILE ROTUNDATA F. (= PACIFICA PANZ.)
[HYMENOPTERA MEGACHILIDAE] : TRICHODES ALVEARIUS F.
ET TRICHODES APIARIUS L. [COLEOPTERA, CLERIDAE]**

MÉTHODES DE LUTTE

***Biologie von zwei Parasiten bei den solitären Bienen
Megachile rotundata F. (= pacifica Panz.) [Hym., Megachilidae]
Trichodes alvearius L. und Trichodes apiarius F. [Coleoptera, Cleridae]
Methoden der Bekämpfung***

S. CARRÉ

Laboratoire de Zoologie. I.N.R.A., 86600 Lusignan

RÉSUMÉ

Trichodes alvearius F. et *Trichodes apiarius* L. ont occasionné des pertes sévères aux populations nidifiantes de *Megachile rotundata* Fab., pollinisateur de la luzerne. 21,6 % et 27,6 % des cellules ont ainsi été détruites lors des deux premières années d'expérimentation en champ. Ceci a conduit l'auteur à étudier la relation hôte-prédateur tant au niveau du mode de ponte que de la biologie larvaire, ceci dans la perspective d'une recherche de moyens de lutte. Les données obtenues proviennent :

- des élevages de mégachiles réalisés de 1972 à 1979 dans le sud de la France;
- d'expériences en conditions contrôlées, naturelles ou en serre;
- d'un inventaire par piégeage d'hyménoptères caulicoles*.

Au moins une espèce de *Trichodes* est présente dans chaque département considéré. On signale onze hôtes pour *T. alvearius* F. (7 *Megachilidae*, 2 *Colletidae*, 2 *Sphecidae*) et quatre pour *T. apiarius* L. (4 *Megachilidae*). Chaque larve consomme en moyenne de 4 à 10 larves d'abeilles. La croissance larvaire est plus rapide avec l'alimentation composée de larves de mégachile par rapport au pollen seul. A 22 °C constants, la nymphose ne se produit pas quelle que soit l'alimentation. En conditions naturelles la durée du cycle est très variable : au minimum un an chez *T. apiarius* L. et 2 ans chez *T. alvearius* F. La ponte s'effectue dans les micro-cavités du bois des nichoirs ou des abris. La fécondité atteint 200 œufs/♀ chez *T. alvearius* F. et 260 œufs/♀ chez *T. apiarius* L. En conditions expérimentales, un empilement de plaquettes de bois séparées par un intervalle de 0,8 mm est plus favorable à la ponte que l'auto-agrippant « Velcro ».

* Qui nichent dans les tiges creuses.

Celui-ci est néanmoins plus attractif que la surface d'un nichoir à mégachiles (97 % des œufs). L'utilisation de cette méthode pour détruire les œufs ainsi que l'amélioration des techniques d'élevage du mégachile (réduction du diamètre des nids, meilleur pressage des plaques du nichoir...) ont permis de limiter les pertes à moins de 2,5 %. Cependant le développement d'une lignée monovoltine de mégachiles et un piège attractif pour les adultes sont envisagés pour un meilleur contrôle.

SUMMARY

BIOLOGY OF TWO PREDATORS OF THE SOLITARY BEE *MEGACHILE ROTUNDATA* F.
(= *PACIFICA* PANZ.) [HYM., MEGACHILIDAE]: *TRICHODES ALVEARIUS* L.
ET *TRICHODES APIARIUS* F. [COL., CLERIDAE]. MEANS OF CONTROL

Trichodes alvearius F. and *Trichodes apiarius* L. caused high losses to the nesting populations of *Megachile rotundata* Fab., a pollinator of alfalfa. So 21,6 % and 27,6 % of the cells were destroyed during the first two years of field experiments. This lead the author to study the relation host-predator with special attention to egg laying behaviour and larval biology in the prospect of searching for means of control.

The data obtained come from :

- rearings of leafcutter bees carried out from 1972 to 1979 in southern France;
- controlled environment experiments either in field or under glass;
- a survey by trapping twig-nesting Hymenoptera.

One species of *Trichodes* is at least present in each department studied. Eleven hosts for *T. alvearius* F. (7 *Megachilidae*, 2 *Collectidae*, 2 *Sphécidae*) were noted, and four for *T. apiarius* L. (4 *Megachilidae*). Each larva eats from 4 to 10 bee larvae on an average. The larval growth is faster with a feeding made of leaf cutter bee larvae than with pollen alone. At the uniform temperature of 22 °C the pupation does not occur whatever the feeding may be. In natural conditions the cycle length is very changeable : at least one year in *T. apiarius* L. and 2 years in *T. alvearius* F. Oviposition occurs in microhollows of the wood of breeding nests or shelters. Fecundity reaches 200 eggs/ ♀ in *T. alvearius* and 260 eggs/ ♀ in *T. apiarius*. In experimental conditions a piling of small wood plates separated by a 0,8 mm space is more propitious to oviposition than the self-clutching material « Velcro ». Nevertheless this latter is more attractive than the surface of leafcutter bee breeding nests (97 % of eggs). Using this method for destroying eggs and improving rearing methods of the leafcutter bee (reduction of the nest diameter, better moulding of the plates of the breeding nest...) allowed to limit losses to less than 2,5 %. Yet the development of a monovoltin stock of leafcutter bees and an attractive trap for adults are anticipated for a better control.

INTRODUCTION

Depuis 1972, les élevages d'une abeille solitaire pollinisatrice de la luzerne *Megachile rotundata* F., conduits sur luzernières dans le Sud de la France ont révélé une forte mortalité due aux ennemis naturels (TASEI, 1975). Parmi ceux-ci les *Trichodes alvearius* F. et *Trichodes apiarius* L. ont constitué un facteur de perte important (10 à 50 % des cellules construites) mettant parfois en cause la multiplication des populations d'abeilles.

CROS (1913), FABRE (1921), CORPORAAL (1932) avaient relevé la présence de larves de Clérides du genre *Trichodes* dans les nids de nombreux apoïdes solitaires; KIOUS *et al.* (1978) à la suite de PARKER *et al.* (1966, 1968), LINSLEY et SWAIN (1943) dénombrent quarante espèces d'hôtes pour *Trichodes ornatus* Say. L'abeille domestique peut également subir les attaques du clairon des ruches *Trichodes apiarius* L. (CORPORAAL 1932, BORCHERT 1970).

Les adultes de *Trichodes* sont floricoles. Au stade larvaire ils dévorent les œufs, larves et nymphes d'apoïdes ainsi que les provisions de pollen et de nectar (MARÉCHAL, 1933).

Aux États-Unis, depuis 1960, malgré les populations très importantes de mégachiles utilisés de façon industrielle pour la production de semences de luzerne, *Trichodes ornatus* Say ne constituait qu'une menace très localisée (JOHANSEN et EVES, 1966). Cependant KIOUS *et al.* (1977) après BOHART (1972) signalent une évolution rapide de ce type de dégât, occasionnant une destruction fréquente de 50 % et même de 90 % des cellules construites. Toujours selon les mêmes auteurs, le commerce des cocons a facilité en outre l'extension du prédateur à de nouvelles zones géographiques. En Hongrie, MANNINGER (1972) considère également *Trichodes apiarius* L. comme dangereux pour les élevages de mégachiles et en Espagne ASENSIO et IBANEZ (1972) mentionnent 3 % de pertes dues à *Trichodes octopunctatus* F.

Selon l'auteur, la ponte aurait lieu soit *in situ* au cours de la nidification de l'hôte : *Trichodes longissimus* Ab. (Wafa et MAZEED, 1973) *Trichodes ornatus* Say (KIOUS *et al.*, 1978) soit sur les fleurs avec hypothèse du transport des jeunes larves par les abeilles au cours de leur voyage d'approvisionnement du nid à la manière des Méloïdes : *Trichodes apiarius* L. (BOISE, 1890), *Trichodes octopunctatus* F. (ASENSIO et IBANEZ, 1972) et *Trichodes ornatus* Say (LINSLEY et SWAIN, 1943).

Les éléments bibliographiques étant trop succincts et contradictoires, la recherche d'une méthode de lutte nécessitait une étude de la biologie de ces deux Clérides et plus particulièrement du comportement de ponte.

La présente note se propose donc de préciser les modalités d'infestation de ces deux espèces dans les conditions de champ, d'analyser le comportement de ponte en conditions contrôlées et l'influence des relations trophiques sur le développement en soulignant les problèmes posés par la survie larvaire, l'inhibition de la nymphose et ses conséquences sur le cycle. Nous avons également dressé la liste des hôtes de *Trichodes alvearius* F. et *Trichodes apiarius* L. rencontrés à Lusignan (Vienne) et à Barbezieux (Charente).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

I. — Rappel sur les techniques d'élevage des mégachiles

Les expériences en champ se sont déroulées de 1972 à 1975 dans les Alpes de Haute-Provence et le Vaucluse, en Haute-Garonne en 1975, dans quatre départements de 1975 à 1979 : l'Aude, la Drôme, le

Gers, le Tarn et à Lusignan (Vienne) de 1976 à 1979 (Fig. 1). Après incubation, les mégachiles prêts à émerger des cocons sont apportés sur le champ au début de la floraison. Le dispositif de nidification comprend essentiellement des nichoirs placés dans un abri (panneaux de polyane transparent) face au Sud. Ces nichoirs sont constitués de plaques cannelées de bois (Photo 1) ou de polystyrène expansé (Photo 2), empilées les unes sur les autres. Chaque femelle construit son nid au moyen de morceaux de feuilles découpées d'environ 1 cm de long. L'aspect final est celui d'un cigare constitué de plusieurs cellules accolées. Chaque cellule contient la provision de pollen mélangé à du nectar nécessaire à la croissance complète de la larve. L'élevage en champ dure de juillet à fin octobre en raison de l'existence d'une seconde génération dans les conditions françaises. C'est en novembre que l'on procède à l'extraction et au stockage des cocons au réfrigérateur à 7 °C.

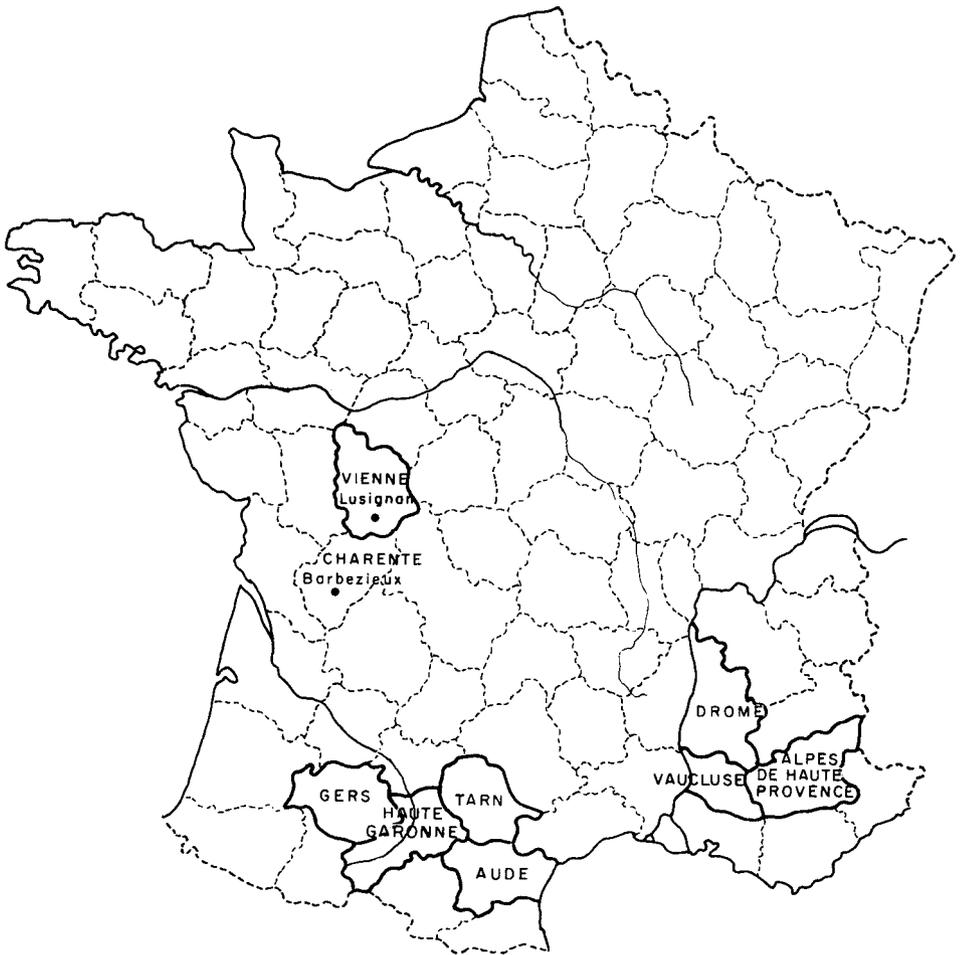


FIG. 1. — Localisation des élevages de *Megachile rotundata* F. de 1972 à 1979.

ABB. 1. — Lage der Zuchtplätze von *Megachile rotundata* F. von 1972-1979.

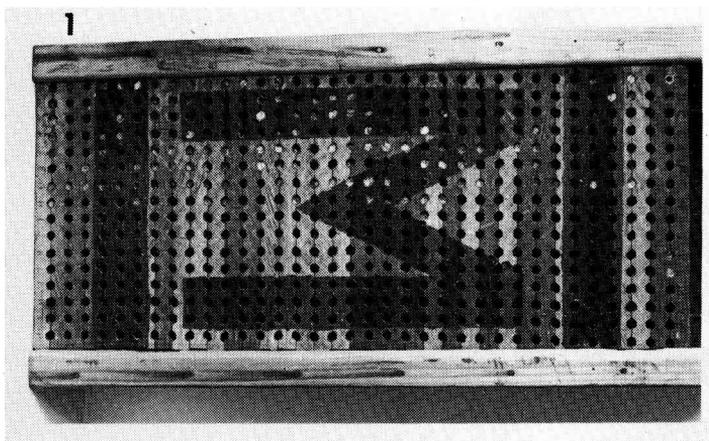


PHOTO 1. — Nichoir à mégachile en bois \varnothing 6,5 mm.

FOTO 1. — Nest für Megachile aus Holz, \varnothing 6,5 mm.

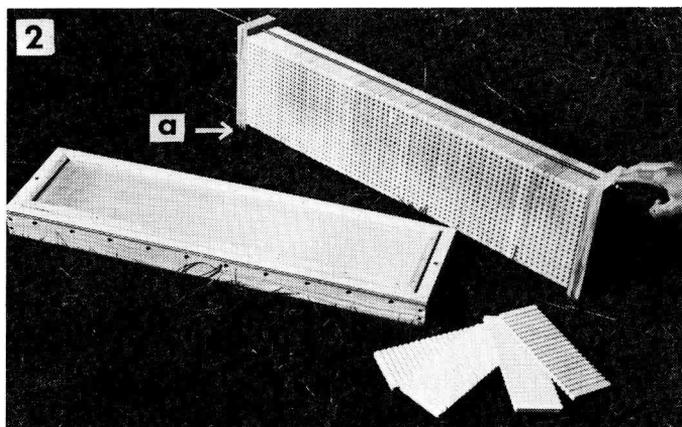


PHOTO 2. — Nichoir à mégachile en polystyrène \varnothing 5 mm (a).

FOTO 2. — Nest für Megachile aus Polystyren, \varnothing 5 mm (a).

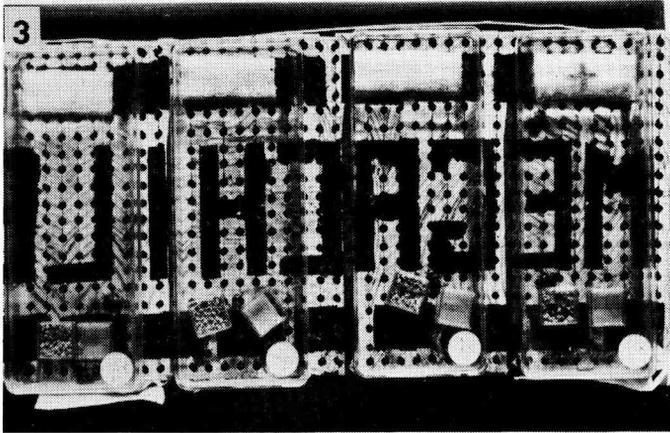


PHOTO 3. — Dispositif « Velcro »/nichoir pour le test d'attractivité D.

FOTO 3. — Vorrichtung « Velcro »/Nest für den Test der Attraktivität.



PHOTO 4. — Ovipositeur dévaginé de *T. apiarius* L.

FOTO 4. — Ausgestülpter Legeapparat von *T. apiarius* L.

II. — *Évolution du matériel d'élevage*

Diverses modifications ont été progressivement apportées aux nichoirs depuis 1972, soit pour améliorer l'attractivité pour les femelles de mégachile, soit pour limiter la propagation de certains parasites :

- réduction du diamètre des cannelures de 6,5 à 5 mm;
- application d'un adhésif double-face entre la partie dorsale des plaques et le fond des nichoirs;
- utilisation d'un système de pressage des plaques plus efficace;
- remplacement du bois par du polystyrène expansé moulé à partir de 1978.

III. — *Observations en laboratoire*

Lors du démontage des nichoirs on note pour chaque larve de *Trichodes* la position du nid attaqué et le nombre estimé de cellules détruites. En l'absence de caractères de détermination fiables il n'a pas été possible de faire la distinction entre les larves âgées des deux espèces; celle-ci s'est effectuée *a posteriori* au stade nymphal.

IV. — *Comportement de ponte*1) *Inventaire des hôtes*

Des « pièges nichoirs » constitués de tubes de cannes de Provence (TASEI, 1972) d'un diamètre de 3 à 8 mm sertis dans des blocs de bois ont été disposés dans un rayon de 15 km autour de Lusignan (Vienne) ainsi qu'à Barbezieux (Charente) pendant cinq années consécutives.

2) *Obtention et élevage des adultes*

Les adultes proviennent soit des larves recueillies lors de l'expérimentation au champ, soit de larves issues d'élevage d'adultes en conditions contrôlées. Ces larves ont subi une hibernation à 7 °C pendant cinq mois et sont réactivées à 24 °C.

La dominance de l'une ou l'autre espèce suivant les années d'expérimentation et les difficultés pour obtenir un fort pourcentage de nymphose ont empêché souvent la comparaison en parallèle des deux espèces d'où la disparité de nos résultats.

Les élevages ont été effectués :

— en compartiment de serre dans des cages grillagées de 1,35 × 1,40 × 0,80 m. L'alimentation était assurée par quatre caissettes de mélilot blanc. Les différents dispositifs de pondoir étaient disposés sur une tablette située à 20 cm du haut de la cage;

— en étuve dans des boîtes à épices en polystyrène de 10,5 × 10,5 × 14 cm grillagées sur deux côtés. La photopériode était de 16 h, l'hygrométrie de 70 ± 5 %, la température de 28 ± 2 °C. L'éclairage était de 1 500 Lux fourni par des tubes fluorescents complétés dans le rouge par des lampes à incandescence. L'alimentation consistait en un mélange de pollen provenant de pelotes d'abeilles domestiques et de sirop de sucre à 40 %.

3) *Dispositifs expérimentaux offerts pour la ponte*

On a utilisé :

- des micro-nichoirs constitués de dix plaques cannelées de \varnothing 7 mm empilées les unes sur les autres et placés dans une boîte de contreplaqué ouverte sur le devant (dispositif A);
- un dispositif B constitué de cinq plaquettes de bois de pin de 80 × 20 × 3 mm empilées les unes sur les autres et séparées par deux tiges de corde à piano de \varnothing 0,8 mm ce qui délimite ainsi un espace libre pour

la ponte (Fig. 2). Cet intervalle s'est montré le plus attractif après plusieurs essais à 0,6 et 1 mm. Ces plaquettes sont réunies entre elles au moyen de deux bracelets de caoutchouc. L'ensemble est placé dans une boîte de contreplaqué dont la face avant est percée de dix trous de $\varnothing 7$ mm;

- des bandes (20×80 mm) d'auto-agrippants du type « Velcro » en polyamide dont on utilise seulement le côté doux dit « astrakan » portant des milliers de boucles régulièrement implantées (dispositif C);
- des bandes de $20 \times 80 \times 5$ mm de mousse de polyuréthane à faible densité (dispositif C);
- pour le test comparatif « velcro »/nichoir (dispositif D), un nichoir standard en bois de $\varnothing 5$ mm est disposé horizontalement; quatre couvercles de boîtes de polystyrène de $20 \times 7,5 \times 1,5$ cm délimitent un territoire de 150 cm^2 dont $1/12$ soit $12,5 \text{ cm}^2$ est occupé par une bande de velcro (Photo 3).

On étudie dans les dispositifs A et B l'influence de l'aliment pollinique (pelotes de pollen de colza et sirop de sucre à 40 %) sur le comportement de ponte.

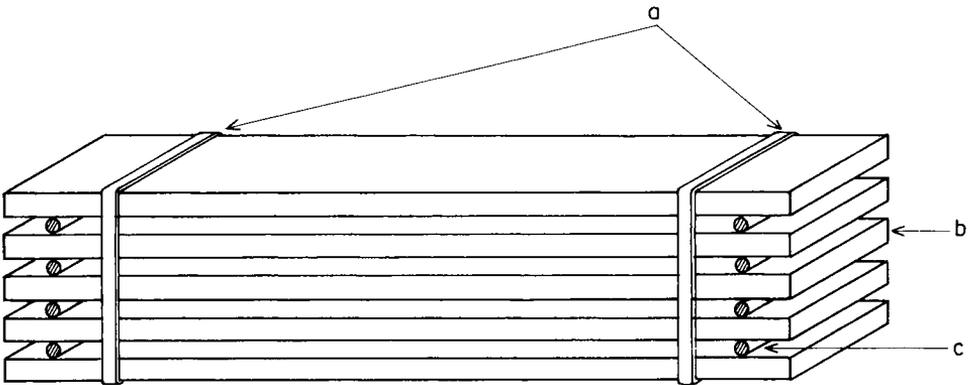


FIG. 2. — Dispositif de pondoir à plaquettes.

- a) Bracelets en caoutchouc.
- b) Plaquettes de $80 \times 20 \times 3$ mm en bois de pin.
- c) Corde à piano $\varnothing 0,8$ mm.

ABB. 2. — Nistplatz aus Plaketten.

- a) Gummibänder.
- b) Plaketten aus Fichtenholz, $80 \times 20 \times 3$ mm.
- c) Klaviersaiten $\varnothing 0,8$ mm.

V. — Élevage des larves

Les larves recueillies dans les nichoirs sont isolées dans des piluliers de verre de 3×3 cm à couvercle grillagé, les boîtes en polystyrène étant percées par les larves âgées.

L'aliment est constitué, soit de prénymphe de mégachiles, soit de pelotes de pollen (colza) d'abeille domestique distribuées *ad libitum*. Sur le fond du pilulier on dispose une rondelle de papier filtre.

Les larves sont soumises à une hibernation en « conditions naturelles » à l'obscurité dans un hangar aéré ou bien en conditions contrôlées dans un réfrigérateur à 7 ± 1 °C, 70 % H.R. Dans le deuxième cas l'hibernation dure cinq mois et après passage d'une journée à 17 °C, les larves sont réactivées à des températures de 19 °C, 24 °C ou 29 °C ou soumises à la température extérieure.

RÉSULTATS

LES DÉGATS OBSERVÉS
DANS LES CONDITIONS EXPÉRIMENTALES

1) Répartition géographique

Dans le tableau 1 nous constatons que sur huit départements plus de la moitié des localités où s'est effectué l'élevage ont subi l'attaque de ces prédateurs. A l'exception de la Haute-Garonne qui n'a fait l'objet que d'une seule expérimentation, les larves de *Trichodes* sont présentes dans tous les départements concernés. Dans les Alpes de Haute-Provence, la Drôme, le Gers et la Vienne on rencontre les deux espèces sinon dans les mêmes nichoirs comme à Manosque en 1974 du moins dans la même zone d'expérimentation. Toutefois pour un même abri on assiste généralement à une forte dominance de l'une des deux espèces.

Pour les champs de luzerne où s'est répété deux ou plusieurs années consécutives le même essai, on assiste à des variations importantes de population de larves de *Trichodes*. Une disparition totale pendant une saison peut être suivie d'une forte croissance des effectifs l'année suivante (Villasavary (Aude) 1975 à 1978).

Quelques individus d'une troisième espèce *Trichodes octopunctatus* F. ont été rencontrés à Sérignan dans le Vaucluse.

2) Période d'infestation des nids

A Manosque (Alpes-de-Haute-Provence) pendant trois années consécutives et à Avignon (Vaucluse) en 1972 nous avons pu relever les dates de construction des nids attaqués par *Trichodes apiarius* L. (Fig. 3). L'infestation s'étend du début juillet jusqu'au 15 août, le maximum se situant pendant la seconde quinzaine de juillet.

3) Mode d'infestation et répartition des dégâts sur les nichoirs

Les courbes de la figure 4 montrent l'évolution de la répartition des larves de *Trichodes* avant et après réduction du diamètre des trous des nichoirs. De 1972 à 1974 les larves se répartissent de façon relativement homogène dans tout le nichoir. Par contre en 1977 près de 80 % des larves se trouvent dans une zone de bordure de 3 cm de large. L'évolution de cette répartition montre que lorsque les conditions de ponte *in situ* deviennent défavorables par suite de la modification des nichoirs, celle-ci s'effectue dans l'armature du nichoir (cadre en bois).

Ainsi à Avignon en 1974 on a observé deux femelles de *Trichodes apiarius* L. en cours de prospection à la surface d'un nichoir; après de nombreuses tentatives de pénétration dans les cannelures une femelle a effectué sa ponte dans une fissure d'un éclosioir.

En 1979, le dépouillement des nichoirs en polystyrène à armature de bois réduite, suspendus par l'extrémité des tiges filetées de pressage (Photo 2) a confirmé que les lar-

TABL. 1. — *Présence de Trichodes dans les nichoirs sur les lieux d'expérimentation des mégachiles de 1972 à 1979.*
 TAB. 1. — *Vorkommen von Trichodes an den Nistblöcken in den Megachile-Versuchsstellen in den Jahren 1972-1979.*

| Départements | Nombre total de localités Gesamtzahl der Versuchsstellen | Nombre de localités infestées Zahl der befallenen Versuchsstellen | <i>T. atvearius</i> F. | <i>T. apiarius</i> L. |
|-------------------------|---|--|------------------------|-----------------------|
| Alpes de Haute-Provence | 5 | 5 | + | ++ |
| Aude | 12 | 7 | + | 0 |
| Drôme | 8 | 4 | + | ++ |
| Gers | 8 | 4 | ++ | + |
| Haute-Garonne | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Tarn | 7 | 2 | + | 0 |
| Vaucluse | 3 | 3 | 0 | + |
| Vienne | 7 | 2 | + | + |

++ dominant (vorherrschend).
 + présent (vorhanden).

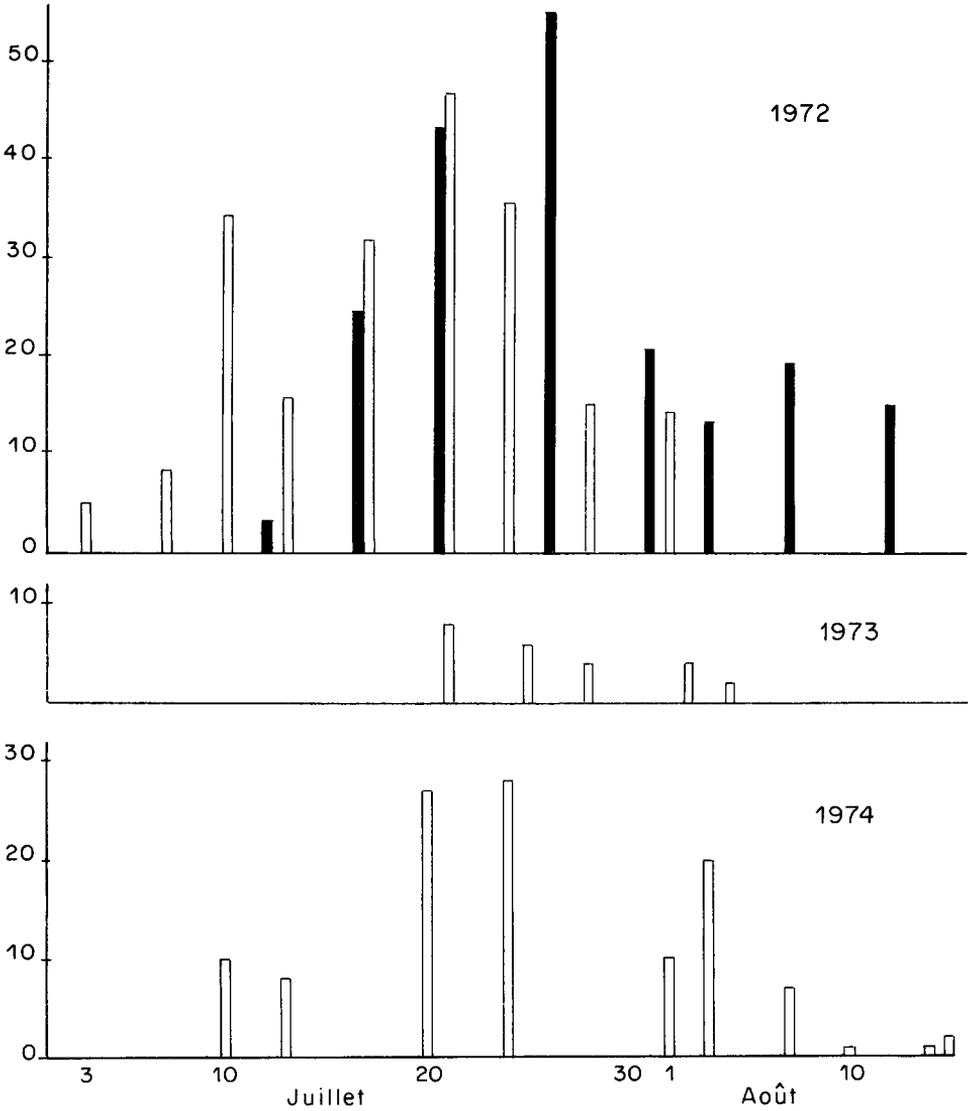


FIG. 3. — Période d'infestation des nids de *Megachile rotundata* F par *Trichodes apiarius* L. dans le Sud-Est de la France (1972 à 1974).

Verticalement = nombre de larves.

Horizontalement = date.

□ Manosque (Alpes de Haute-Provence).

■ Avignon (Vaucluse).

ABB. 3. — Periode des Befalls von Nestern von *Megachile rotundata* F. durch *Trichodes apiarius* L. in Südostfrankreich (1972-1974).

Vertikal = Anzahl der Larven.

Horizontal = Datum.

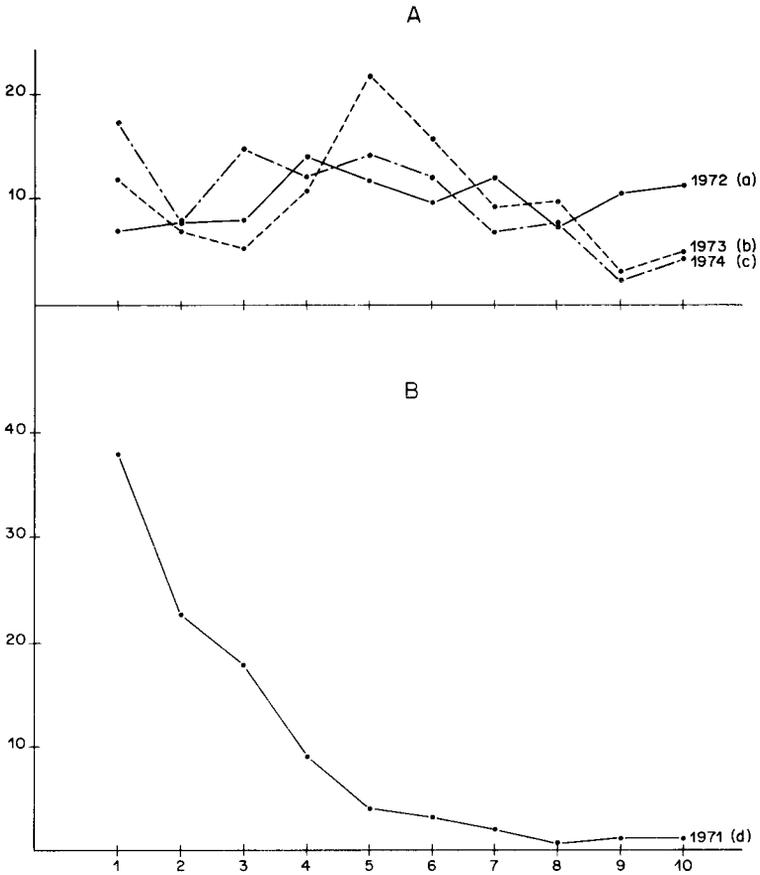


FIG. 4. — Répartition des larves dans les nichoirs.

A = nichoirs Ø 6,5 mm.

B = nichoirs Ø 5 mm.

Verticalement = densité des larves.

Horizontalement = zone du nichoir.

a = effectif 300 larves.

b = effectif 95 larves.

c = effectif 153 larves.

d = effectif 327 larves.

ABB. 4. — Verteilung der Larven in den Nestern.

A = Nester mit Ø 6,5 mm.

B = Nester mit Ø 5 mm.

Vertikal = Dichte der Larven.

Horizontal = Zone des Nestes.

a = Gesamtbestand 300 Larven.

b = Gesamtbestand 95 Larven.

c = Gesamtbestand 153 Larven.

d = Gesamtbestand 327 Larven.

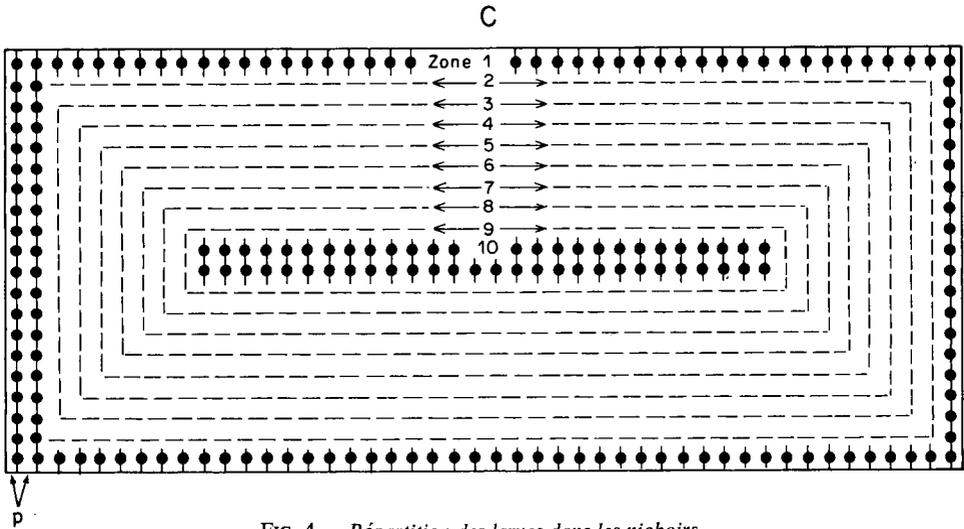


FIG. 4. — Répartition des larves dans les nichoirs.

C = représentation des zones de comptage sur un schéma de nichoir.
p = plaques cannelées.

ABB. 4. — Verteilung der Larven in den Nestern.

C = Darstellung der ausgezählten Zonen auf einem Schema des Nestes.
p = mit Kanälen versehene Platten.

ves migraient vers les nids à partir des zones favorables à la ponte (interstices entre les éléments de bois constituant l'abri). Près de la moitié des larves de *Trichodes* se trouvent dans les dix plaques supérieures du nichoir.

4) Destruction des cellules de mégachile par les larves de *Trichodes*

La figure 5 fait état du pourcentage moyen de cellules détruites par les larves de *Trichodes apiarius* L., et *Trichodes alvearius* F. pour toutes les localités confondues.

Pour les quatre premières années d'expérimentation pendant lesquelles aucune précaution systématique n'a été prise à l'encontre de ces ravageurs, on remarque le taux particulièrement élevé en 1972 et 1974 (21,6 % et 27,6 %) et encore important en 1973 et 1975 (7,6 % et 7 %). Ces chiffres ne concernent que deux à trois localités d'expérimentation par année; le taux de cellules détruites pour un abri peut atteindre 54 % et jusqu'à 90 % pour un même nichoir.

On a remarqué dans cette première phase d'élevage des mégachiles que l'environnement proche des abris expérimentaux, un biotope très favorable aux apoïdes solitaires par sa richesse florale et ses possibilités de nidification, a pu constituer un réservoir d'ennemis naturels inféodés à ce type d'hôte.

A partir de 1976 des précautions sont prises : nichoirs améliorés, premières méthodes de lutte, champs ouverts. Durant ces quatre dernières années le taux moyen de cellules détruites n'a pas dépassé 2,5 %.

L'importance relative des *Trichodes* par rapport à l'ensemble des pertes par ennemis naturels a diminué; de 1972 à 1974 elle a varié de 49 à 86 % et de 75 à 79 de 9 à 52 %.

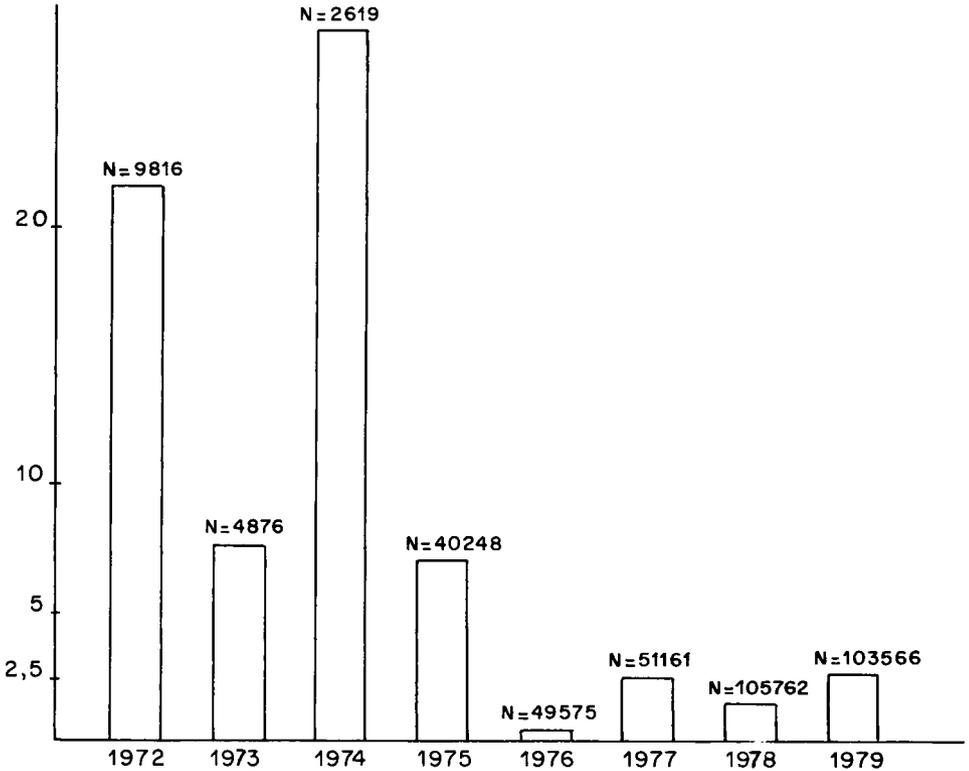


FIG. 5. — Pourcentage de cellules détruites par les larves de *Trichodes* de 1972 à 1979.

Verticalement = pourcentage de cellules détruites.

Horizontalement = années.

N = nombre total de cellules construites.

ABB. 5. — Prozentsatz der durch *Trichodes*-Larven zerstörten Zellen in den Jahren 1972-1979.

Vertikal = Prozentsatz zerstörter Zellen.

Horizontal = Jahre.

N = Gesamtzahl der gebauten Zellen.

La figure 6 nous renseigne sur la capacité de destruction des larves de *Trichodes*. Chaque larve, pendant quatre à cinq mois d'activité dévore de 4 à 10 larves de mégachile.

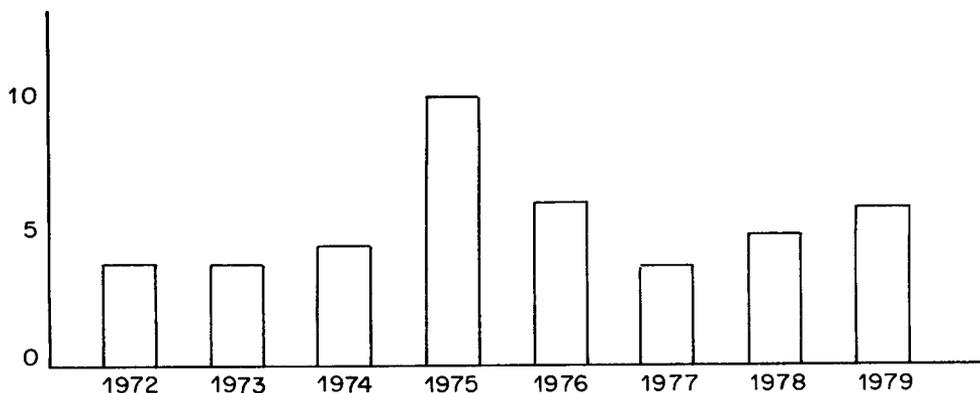


FIG. 6. — Nombre moyen de cellules de mégachiles détruites par larve de *Trichodes* de 1972 à 1979. Verticalement = moyenne des cellules détruites. Horizontalement = années.

ABB. 6. — Mittlere Zahl der durch *Trichodes*-Larven zerstörten Megachile-Zellen von 1972-1979. Vertikal = Mittel zerstörter Zellen. Horizontal = Jahre.

ÉTHOLOGIE DE LA PONTE

1) Inventaire des hôtes

A Lusignan (Vienne) et à Barbezieux (Charente) parmi 15 espèces d'hyménoptères caulicoles (1) qui acceptent la nidification dans les « pièges nichoirs » douze appartiennent à la super famille des apoïdes (tableau 2). Parmi les trois vespoïdes, les deux genres *Odynerus* et *Tripoxylon* sont attaqués uniquement par *Trichodes alvearius* F. Chez les vespoïdes l'approvisionnement de ces nids est constitué de proies vivantes (larves ou araignées) préalablement paralysées.

2) Comportement des adultes en serre et en conditions contrôlées

Actifs à partir de 23-24 °C les adultes de *Trichodes* s'alimentent sans difficultés sur les inflorescences de mélilot où ils prélèvent pollen et nectar. A l'occasion ils peuvent s'attaquer à des hyménoptères présents dans la cage (*Sapyga quinquepunctata* F.) ainsi qu'à leurs propres congénères.

L'accouplement se produit le plus souvent sur les fleurs où il peut durer de 1 mn 30 à 7 mn chez *T. apiarius* L. (Photo 9). Pour cette même espèce le temps s'écoulant entre l'introduction en cage qui suit de 1 à 2 jours l'émergence et la première ponte

(1) Qui nichent dans les tiges creuses.

TABL. 2. — *Inventaire des hôtes de T. alvearius F. et T. apiarius L. à Lusignan (Vienne) et Barbezieux (Charente) de 1972 à 1977.*

TAB. 2. — *Verzeichnis der Wirte von T. alvearius F. und T. apiarius L. in Lusignan (Vienne) und Barbezieux (Charente) von 1972-1977.*

| Hôte Wirt | Famille Familie | Prédateur Parasit | |
|-------------------------------------|--------------------|------------------------|-----------------------|
| | | <i>T. alvearius F.</i> | <i>T. apiarius L.</i> |
| <i>Odynerus</i> sp. | Vespidac | + | — |
| <i>Tripoxylon figulus</i> L. | Sphécidac | + n (1) | — |
| <i>Tripoxylon</i> sp. | Sphécidac | + n | — |
| <i>Prosopis signata</i> Panz. | Colletidac | + n | — |
| <i>Heriades truncorum</i> Spin. | Megachilidac | + n | + n |
| <i>Paranthidium lituratum</i> Panz. | Megachilidac | + n | — |
| <i>Megachile centuncularis</i> L. | Megachilidac | + n | + n |
| <i>Megachile ericetorum</i> Lep. | Megachilidac | — | + n |
| <i>Megachile rotundata</i> F. | Megachilidac | + | + n |
| <i>Osmia coerulescens</i> L. | Megachilidac | + | + |
| <i>Osmia fulviventris</i> Panz. | Megachilidac | + n | + n |
| <i>Osmia giraudi</i> Schm. | Megachilidac | + n | — |
| <i>Osmia leatiana</i> K. | Megachilidac | + n | — |
| <i>Osmia rufa</i> Panz. | Megachilidac | + n | — |
| <i>Osmia submicans</i> Mor. | Megachilidac | + n | — |

(1) n : non signalé dans la bibliographie
(in der Literatur nicht erwähnt)

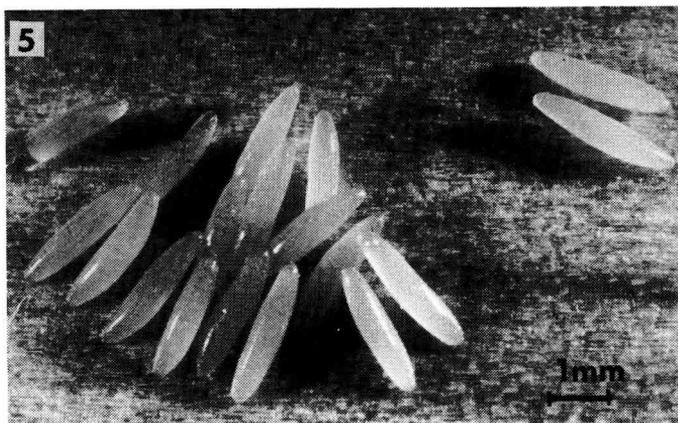


PHOTO 5. — *Ponte de Trichodes alvearius F.*

FOTO 5. — *Gelege von Trichodes alvearius F.*

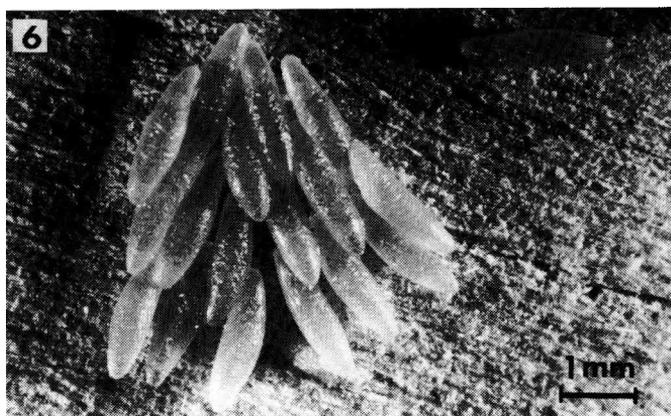


PHOTO 6. — *Ponte de Trichodes apiarius L.*

FOTO 6. — *Gelege von Trichodes apiarius L.*

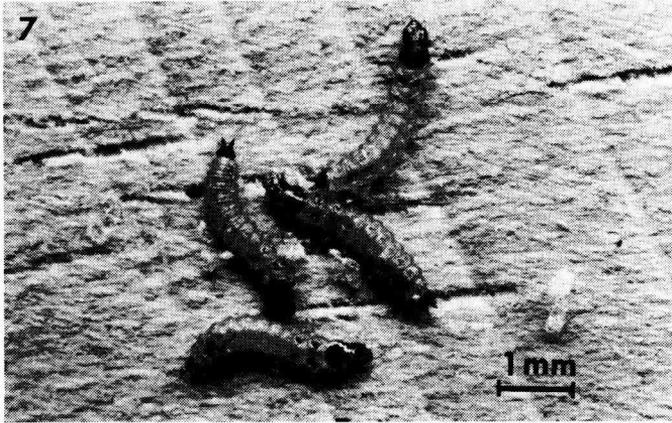


PHOTO 7. — *Larves de premier stade de Trichodes apiarius L.*

FOTO 7. — *Larven im ersten Stadium von Trichodes apiarius L.*

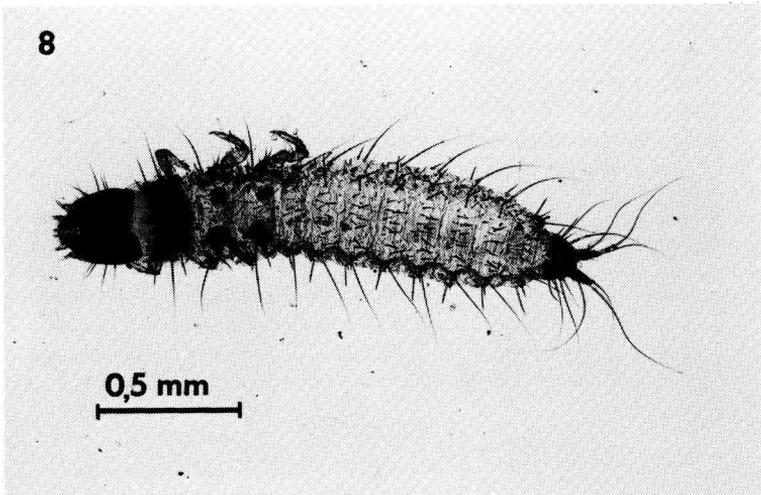


PHOTO 8. — *Larve de premier stade de Trichodes alvearius F.*

FOTO 8. — *Larven im ersten Stadium von Trichodes alvearius F.*

a varié de 14 à 38 jours en serre. En conditions contrôlées à $28\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ constants, ce délai s'est réduit à sept jours minimum.

Chez *Trichodes alvearius* (Photo 10) on a relevé un délai minimum de vingt jours en serre et de cinq jours en conditions contrôlées à 28 °C .

3) Les œufs

Pour les deux espèces, quand le substrat le permet, les œufs sont pondus suivant une disposition en éventail (Photos 5 et 6). On peut compter jusqu'à 24 œufs par groupe pour une même ponte. Les premiers œufs déposés peuvent atteindre une « profondeur » de 7 mm dans l'intervalle déterminé par les deux plaquettes de bois.

Chez *T. apiarius* L. les œufs de couleur rouge orangé ont une largeur moyenne de 2,1 mm pour un diamètre moyen de 0,51 mm en leur partie médiane.

Chez *T. alvearius* F. la forme des œufs est plus effilée et la coloration plus pâle; la longueur moyenne est de 1,60 mm, le diamètre médian de 0,36 mm.

4) Nombre d'œufs par ponte suivant le substrat

Trichodes apiarius L. (Fig. 7).

Pour chaque substrat on a fractionné les effectifs (120 œufs dans chacun des cas) en cinq classes de 5 œufs/classe. On remarque que 55 % des pontes comportent de 1 à 5 œufs lorsqu'on utilise comme pondoir un micro-nichoir démontable de \varnothing 7 mm contre 33 % avec le dispositif à plaquettes à intervalles de 0,8 mm. Ce dernier est plus favorable aux pontes à fort effectif : plus de 37 % entre 10 et 25 œufs contre 10 % avec le micro-nichoir.

5) Attractivité des différents pondoirs proposés

a) *Trichodes apiarius* L.

Dans les expériences A et B, tableau 3, l'aliment pollinique est disposé dans deux substrats différents. Chaque jour les *Trichodes* présents dans les pondoirs sont remis dans la cage et la position de ceux-ci est inversée.

On constate que l'aliment pollinique facilite l'induction de la ponte dans le premier test et non dans le second. On remarque aussi dans le test A que 60 % des pontes se situent dans les intervalles des plaques disjointes, 23 % dans les fissures du contreplaqué de la boîte entourant les plaques cannelées, 14 % entre le dos des plaques et le fond de la boîte et seulement 3 % dans la cannelure proprement dite. La présence de l'aliment pollinique agirait comme renforcement dans le cas d'un substrat défavorable à la ponte.

Par contre dans le test B, le système à plaquettes avec intervalles de 0,8 mm constant constitue à lui seul le stimulus déclencheur.

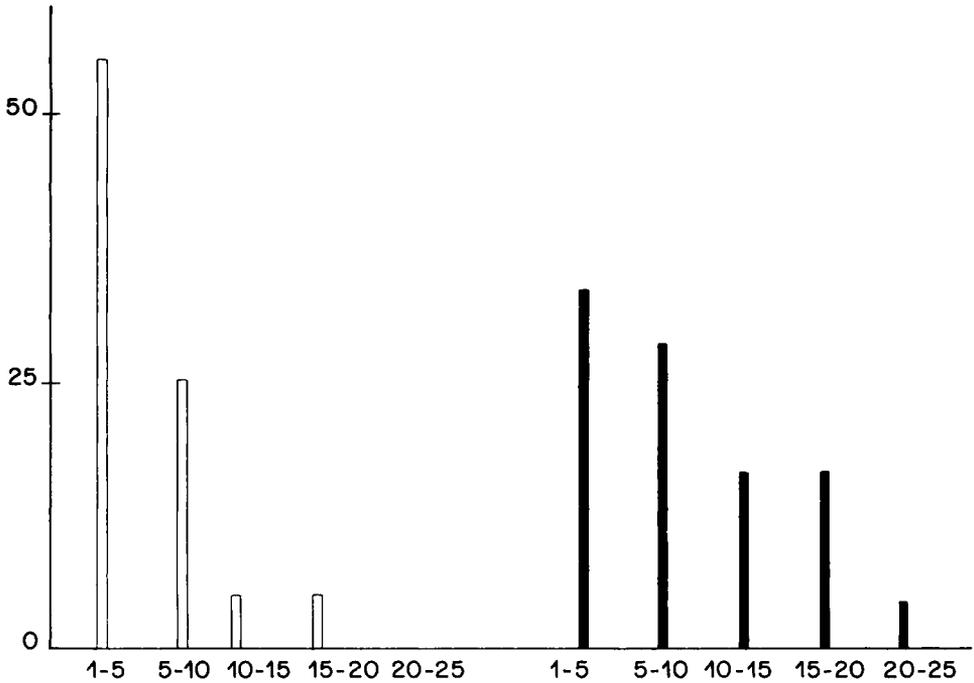


FIG. 7. — Influence du substrat sur le nombre d'œufs par ponte chez *Trichodes apiarius* L.
Verticalement = pourcentage des pontes.
Horizontalement = classes d'effectif.

□ nichoir Ø 7 mm.

■ plaquettes int. 0,8 mm.

ABB. 7. — Einfluss des Substrates auf die Zahl der Eier pro Gelege bei *Trichodes apiarius* L.

Vertikal = Prozentsatz der Gelege.

Horizontal = Zahl der Eier in Klassen.

□ Nistplatz Ø 7 mm.

■ Zwischenraum zwischen den Platten 0,8 mm.

Test C : on ne note pas de différence significative entre l'auto-agrippant « velcro » et la mousse polyuréthane placée dans les mêmes conditions. La structure de ces deux matériaux amène un fractionnement des pontes, plus accentué encore par la mousse.

Test D : réalisé dans des conditions se rapprochant davantage de celles de l'élevage des mégachiles en champ, cette expérience a montré que 7 % seulement des œufs ont été retrouvés dans le nichoir sur l'adhésif formant le fond des cannelures. Cette ponte unique a été le fait d'une femelle de très petite taille qui a pu pénétrer dans la cannelure.

L'observation des phases de prospection et de ponte a montré l'exploration systématique par les femelles de toute la surface du nichoir disponible. Celles-ci cherchaient,

TABL. 3. — *Attractivité de cinq types de pondoir pour Trichodes apiarius L.*
 TAB. 3. — *Attraktivität von 5 geprüften Typen für die Eier für Trichodes apiarius L.*

| Expérience Versuch | Élevage en cage sous serre Aufzucht in Käfigen unter Glas | | | | Élevage en conditions contrôlées 28° ± 2 °C Aufzucht unter kontrollierten Bedingungen | | | |
|---|--|--------------------------|---|--------------------------|--|-----|--------------------------------|----|
| | A | | B | | C | | D | |
| Dispositif de ponte Anordnung für die Eilage | Nichoir Ø 7 mm Nistblock | | Plaquettes int. : 0,8 mm Täfelchen-Intervall | | « Velcro » | | Nichoir Nistblock Ø 5 mm | |
| | Avec appât Mit Köder | Sans appât Ohne Köder | Avec appât Mit Köder | Sans appât Ohne Köder | Mousse Schaumstoff | | | |
| Nombre d'œufs Anzahl der Eier | 94 | 4 | 171 | 124 | 270 | 274 | 435 | 33 |
| Nombre de femelles Anzahl der Weibchen | 3 | | 4 | | 9 | | 4 | |
| Nombre de comptages de ponte Anzahl der Zählungen der Eilage | 20 | | 24 | | 14 | | 9 | |
| Signification du χ^2 au seuil de 1 % Signifikanz von χ^2 bei 1 % | S | | NS | | NS | | HS | |

TABLE 4. — *Attractivité de trois types de pondoir pour Trichodes alvearius F.*
 TAB. 4. — *Attraktivität von 3 Typen von Eiabgestellen für Trichodes alvearius F.*

| Expérience Versuch | Élevage en conditions contrôlées à $28 \pm 2^\circ\text{C}$ Aufzucht unter kontrollierten Bedingungen bei $28 \pm 2^\circ\text{C}$ | | | |
|---|---|-----------------------|---|------------|
| | A | | B | |
| Dispositif de ponte Anordnung für die Eilage | Plaquettes int. : 0,8 mm Täfelchen-Intervalle | Mousse Schaumstoff | Plaquettes int. : 0,8 mm Täfelchen-Intervalle | « Velcro » |
| Nombre d'œufs Anzahl der Eier | 118 | 21 | 860 | 307 |
| Nombre de femelles Anzahl der Weibchen | 3 | | 17 | |
| Nombre de comptages de ponte Anzahl der Zählungen der Eilage | 8 | | 17 | |
| Signification du χ^2 au seuil de 1 % Signifikanz von χ^2 bei 1 % | HS | | HS | |

soit à pénétrer dans les cannelures la tête en avant, soit à y introduire l'extrémité de l'abdomen, l'ovipositeur très allongé à l'état dévaginé (Photo 4) et mobile, palpant toutes les surfaces proches.

b) *Trichodes alvearius F.*

En conditions contrôlées tableau 4, le dispositif à plaquettes de bois de pin avec intervalles de 0,8 mm se révèle plus attractif que l'auto-agrippant « Velcro » ou la mousse de polyuréthane.

Lors d'observations on a relevé une durée de quatre minutes pour la ponte de quatre œufs dans un carré de mousse et une durée de trois minutes pour la ponte de dix œufs disposés en éventail entre deux plaquettes de bois à intervalle de 0,8 mm.

6) *Le problème de la ponte dans les fleurs*

Au cours de nombreux élevages réalisés en cage dans des compartiments de serre aucune ponte n'a été relevée sur les inflorescences de mélilot ainsi que sur les autres parties de la plante. Ceci nous a amenés pendant longtemps à considérer le mode de ponte à l'intérieur ou à proximité immédiate des nids d'apoïdes ou de vespöïdes comme exclusif.

Cependant, deux observations isolées méritent d'être signalées.

— en conditions naturelles.

A Mongadon (Vienne) à une dizaine de mètres d'un site de nidification artificiel disposé pour inventaire d'apoïdes solitaires, on a découvert une ponte de cinq œufs de *Trichodes apiarius* L. au fond d'une corolle de *Convolvulus arvensis* L. Les œufs étaient situés chacun dans un des replis de la base de la corolle et la femelle se trouvait encore à la base de l'entonnoir constitué par la fleur.

— en conditions contrôlées.

Une femelle de *Trichodes apiarius* L. a été isolée en boîte à épices avec un nourrisseur pourvu du mélange miel + pollen + eau et d'une inflorescence de *Trifolium pratense* L. en brin coupé : sept œufs furent retrouvés entre les calices de la base de l'inflorescence.

TABL. 5. — Fécondité et longévité des femelles de *Trichodes alvearius* F. en conditions contrôlées à $28^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

TAB. 5. — Fruchtbarkeit und Lebensdauer von Weibchen von *Trichodes alvearius* F. unter kontrollierten Bedingungen bei $28^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

| | N ^o ♀ | Nombre d'œufs Anzahl der Eier | Durée de la ponte en jours Dauer der Eiablage in Tagen | Longévité en jours Lebensdauer in Tagen |
|--------------------------------------|------------------|----------------------------------|---|--|
| ♀ fécondées begattet | 1 | 187 | 49 | 60 |
| | 2 | 186 | 71 | 94 |
| | 3 | 179 | 21 | 98 |
| | 4 | 112 | 19 | 31 |
| | 5 | 109 | 23 | 89 |
| | 6 | 18 | 14 | 38 |
| ♀ non fécondées nicht begattet | 7 | 183 | 20 | 90 |
| | 8 | 140 | 15 | 38 |
| | 9 | 135 | 70 | 101 |
| | 10 | 63 | 19 | 43 |
| | 11 | 60 | 10 | 38 |
| | 12 | 56 | 7 | 29 |
| | 13 | 49 | 21 | 98 |

7) *Fécondité et longévité**Trichodes alvearius* F.

Le tableau 5 nous montre que le nombre maximum d'œufs pondus par une femelle approche 200, ceci pour quatre femelles sur treize. Nous avons constaté après dissection que leurs ovarioles étaient vides. Pour une ponte d'égale importance la durée qui sépare les premiers œufs pondus des derniers est très variable. La longévité se situe entre un et trois mois.

L'absence de fécondation ne semble modifier ni la fécondité, ni la variabilité de la durée de la ponte; les œufs pondus par les femelles non fécondées sont tous stériles.

Trichodes apiarius L.

Dans les mêmes conditions, la ponte totale des femelles de *T. apiarius* L. atteint souvent 200 œufs; dans un cas, on a pu relever 263 œufs pondus en 35 jours, la longévité de cette femelle ayant été de 74 jours. A 28 °C, la longévité des femelles oscille de 22 à 99 jours et en serre de 22 à 92 jours.

COMPORTEMENT ET DÉVELOPPEMENT LARVAIRE

1) *Le premier stade larvaire*a) *L'éclosion*

Après une incubation à 22 °C de 17 à 18 jours pour *Trichodes apiarius* L. et de 13 à 15 jours pour *Trichodes alvearius* F., l'éclosion s'effectue de façon très groupée pour les œufs d'une même ponte. Une demi-heure après l'éclosion, la pigmentation des parties sclérifiées s'amorce (capsule céphalique, pronotum et dernier tergite abdominal) les

TABL. 6. — *Largeur de la capsule céphalique et poids de la larve de premier stade de T. alvearius L. et T. apiarius L.*

TAB. 6. — *Breite der Kopfkapsel und Gewicht des 1. Stadiums der Larve von T. alvearius und T. apiarius L.*

| | <i>Trichodes alvearius</i> F. | <i>Trichodes apiarius</i> L. |
|--|-------------------------------|------------------------------|
| Largeur de la capsule céphalique en microns Breite der Kopfkapsel in Mikron | 274,45 ± 6,99 | 330,63 ± 6,01 |
| Poids de la larve en mg Gewicht der Larve in mg | 0,104 ± 0,013 | 0,187 ± 0,022 |
| Effectif Anzahl | 30 | 30 |

jeunes larves demeurant à proximité immédiate des restes de chorion (Photo 7). Une fois la pigmentation terminée, les jeunes larves commencent à errer sur leur substrat de ponte à la recherche de nourriture.

Quarante-huit heures après l'éclosion, le poids des larves de premier stade des deux espèces diffère significativement (Tableau 6).

Par contre, il est très difficile de distinguer les deux espèces par des critères morphologiques sauf en ce qui concerne les mesures de capsule céphalique : tableau 6. Le premier stade larvaire se différencie très nettement des stades ultérieurs par la présence de nombreux macrochètes sur les bords des sclérites et sur l'apex abdominal (Photo 8); celui-ci comporte deux urogomphes fixes de taille relative importante. Chez les jeunes larves, le corps très plat après l'éclosion et de puissantes mandibules leur permettent de profiter des moindres anfractuosités pour pénétrer dans les nids d'apoïdes et il semble que les soies latérales favorisent leur déplacement à la surface de liquides plus ou moins visqueux comme les provisions de pollen et de nectar.

Les expériences suivantes ont pour but de préciser l'incidence des facteurs éco-éthologiques de la ponte (choix du substrat) sur le devenir des jeunes larves dans les conditions naturelles. Nous avons donc examiné le comportement des larves errantes de premier stade à la recherche de leur nourriture, principalement leur capacité de pénétration à travers les divers matériaux du nid et leur faculté de survie en conditions défavorables (absence de nourriture).

b) *Pénétration dans les cocons de Megachile rotundata F.*

A 22 °C, sur dix larves de *Trichodes apiarius* L. mises en présence d'un cocon de mégachile, la totalité a gagné l'intérieur au bout de cinq jours ayant ainsi franchi l'enveloppe de feuilles et le cocon élaboré par la larve.

Dans une seconde expérience réalisée en « conditions naturelles » sur soixante larves de premier stade de *Trichodes alvearius* F. isolées en présence d'un cocon de mégachile, on retrouve au bout de 6 mois, 45 larves vivantes ayant franchi les deux parois de la cellule.

c) *Pénétration de T. apiarius L. dans les nids de divers hôtes*

En introduisant des larves de premier stade dans le vestibule (1) des nids achevés de Vespoïdes (*Odynerus* sp., *Tripoxylon figulus* L.), on a relevé 100 % d'échecs entraînant la mort de la larve contre seulement 20 à 30 % lorsque les larves sont isolées dans des nids d'apoïdes (*Osmia coerulescens* L., *Megachile rotundata* F.).

Les matériaux constitutifs des nids de guêpes (cloisons d'argile) assurent une meilleure protection contre les attaques des larves de premier stade de *T. apiarius* L.

(1) Cellule vide à l'entrée du nid.

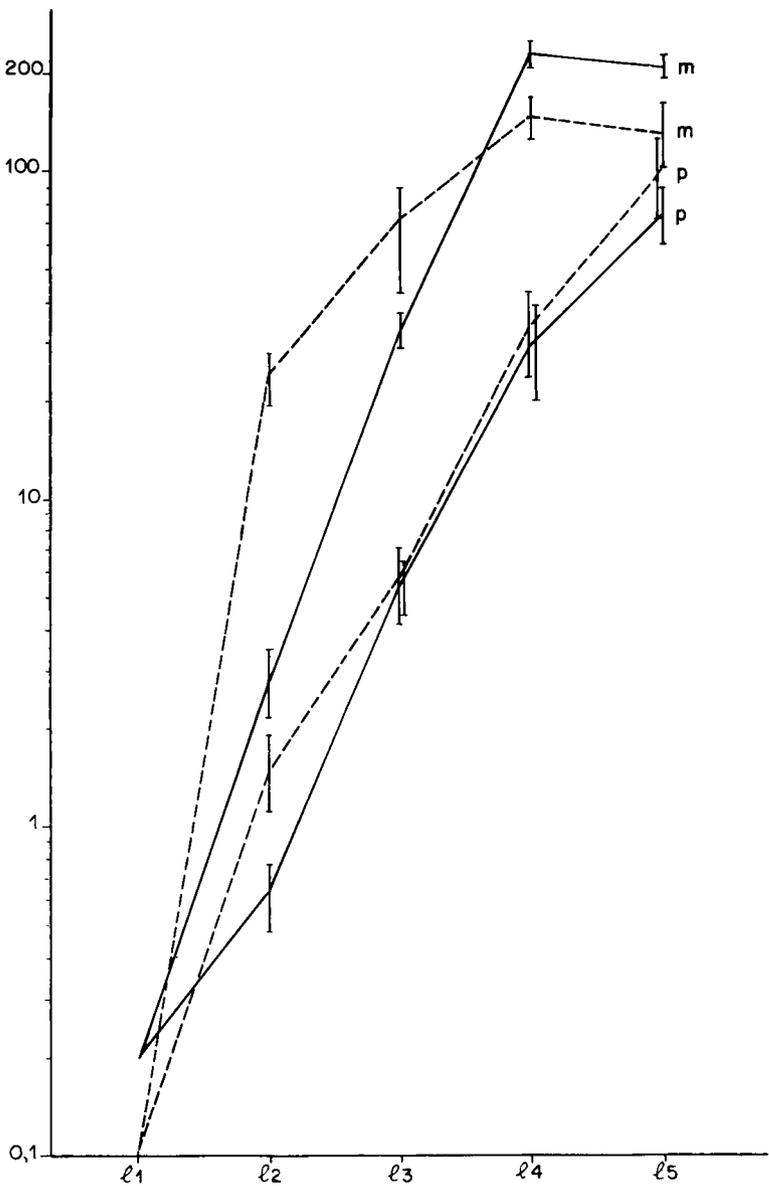


FIG. 8. — Croissance pondérale de *Trichodes alvearius* F. et *Trichodes apiarius* L. en fonction de deux régimes alimentaires à 22 °C.

Verticalement = poids en mg.

Horizontalement = stades larvaires.

----- *T. alvearius* F.

————— *T. apiarius* L.

m = alimentés en prénymphe de mégachiles.

p = alimentés en pollen.

⊥ intervalle de confiance de la moyenne.

ABB. 8. — Gewichtszunahme von *Trichodes alvearius* F. und *Trichodes apiarius* L. bei zwei verschiedenen Nahrungsangeboten (Temperatur 22 °C).

Vertikal = Gewicht in mg.

Horizontal = Larvenstadien.

----- *T. alvearius* F.

————— *T. apiarius* L.

m = ernährt mit Praenymphen von *Megachile*.

p = ernährt mit Pollen.

⊥ Vertrauensbereich des Mittelwertes.

d) *Résistance au jeûne*

A $22^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ avec 70 % d'hygrométrie, pour 50 individus de chaque espèce isolés sans nourriture en boîte de polystyrène de 4 cm^3 on relève une survie de 27 ± 7 jours pour les larves de *T. alvearius* F. et de 48 ± 3 jours pour *T. apiarius* L.

Par contre, en conditions naturelles, des larves de premier stade, de *Trichodes apiarius* L. introduites dans des nids d'*Osmia coerulescens* L. vidés de leur provision le 15 août ont pu survivre pendant des durées variant de trois à dix mois.

2) *Influence de l'alimentation sur le développement larvaire de Trichodes alvearius F. et Trichodes apiarius L.*

L'absence de données bibliographiques sur le nombre de stades nous a conduits à réaliser des élevages en conditions contrôlées depuis le stade œuf afin d'étudier la durée des stades larvaires et la croissance pondérale en fonction du régime alimentaire.

En conditions naturelles, deux facteurs déterminent la nature de l'aliment larvaire :

— selon la famille de l'hôte, deux types d'alimentation sont possibles : carnée (*Sphecidae*, *Vespidae*) ou pollinique (*Colletidae*, *Megachilidae*);

— selon la période de pénétration du prédateur dans le nid, l'évolution des larves d'apoïdes détermine la proportion des deux aliments : pollen et nectar ou hôte à l'état d'œuf, de larve ou de nymphe.

Le développement larvaire pour les deux espèces comprend un nombre de stades variable et le nombre de mues peut être très élevé, surtout chez *T. apiarius* L. On s'est donc limité dans l'expérience décrite aux cinq premiers stades qui permettent la taille maxima de la larve ainsi que la nymphose.

La figure 8 rend compte de l'évolution de la croissance pondérale des deux espèces vis-à-vis de deux régimes alimentaires, l'un composé de prénymphe de *Megachile rotundata* F., l'autre de pelotes de pollen. On remarque pour les deux espèces une croissance pondérale nettement moins rapide avec l'aliment pollinique. Cet effet cesse plus tôt chez *Trichodes alvearius* F.

Une expérience complémentaire réalisée uniquement sur *T. apiarius* L. n'a montré aucune différence significative entre une alimentation à base de prénymphe et une alimentation mixte (prénymphe et pollen simultanément).

A l'exception du deuxième stade, la croissance pondérale est sensiblement la même pour les deux espèces avec l'aliment pollinique. Par contre, les courbes diffèrent significativement pour tous les stades avec l'aliment carné.

Si l'on examine la figure 9 concernant la durée des stades en fonction de l'aliment, on constate que le gain dû à l'aliment constitué de prénymphe est très significatif chez

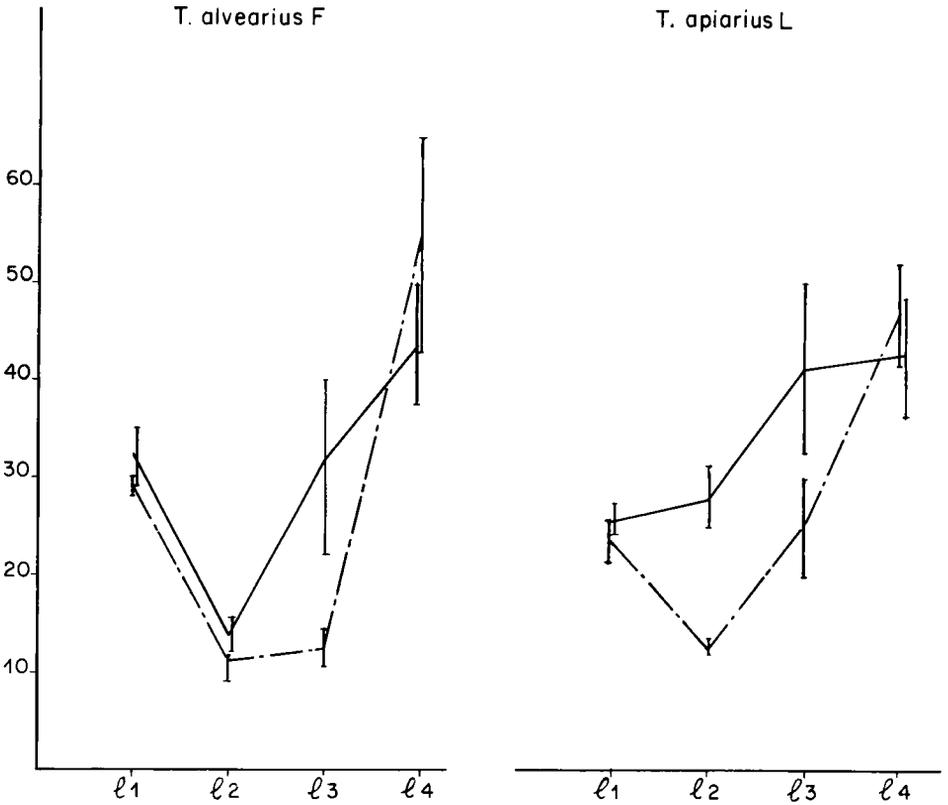


FIG. 9. — Durée des quatre premiers stades larvaires en fonction de l'alimentation à 22 °C.

Verticalement = nombre de jours.

Horizontalement = stades larvaires

----- alimentés en prénymphe de mégachiles.

———— alimentés en pollen.

⊥ intervalle de confiance de la moyenne.

ABB. 9. — Dauer der vier ersten Larvenstadien in Abhängigkeit von der Ernährung (bei 22 °C).

Vertikal = Anzahl der Tage.

Horizontal = Larvenstadien.

----- ernährt mit Praenymphen von *Megachile*.

———— ernährt mit Pollen.

⊥ Vertrauensbereich d. Mittelwertes.

Trichodes apiarius L. au deuxième stade.

Avec l'aliment pollinique à 22 °C, le cinquième stade est atteint respectivement pour *T. apiarius* L. et *T. alvearius* F. au bout de 138 et 154 jours; avec l'aliment carné à la même température après 107 et 101 jours.

Chez *T. apiarius* L., on constate qu'il n'y a pas d'accroissement significatif de la largeur des capsules céphaliques à partir du quatrième ou cinquième stade malgré la poursuite éventuelle de la croissance pondérale.

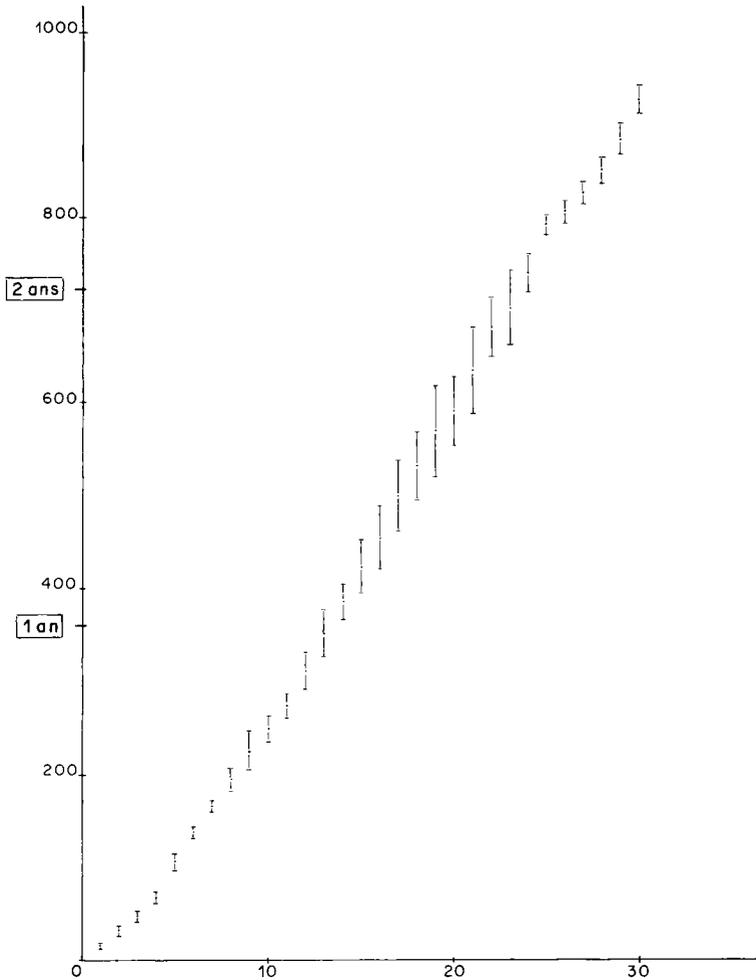


FIG. 10. — Prolongation de la vie larvaire chez 23 *Trichodes apiarius* L. à température constante (22°C) sans hibernation.

Verticalement = nombre de jours.
 Horizontalement = nombre de mues.

● intervalle de confiance de la moyenne.

ABB. 10. — Verlängerung der Larvenzeit bei 23 *Trichodes apiarius* L. bei konstanter Temperatur (22°) ohne Winterpause.

Vertikal = Anzahl der Tage.
 Horizontal = Anzahl der Häutungen.

● Vertrauensintervall des Mittelwertes.

3) *Problème des mues surnuméraires*

Pour les deux espèces, la poursuite de l'élevage à 22 °C constants au-delà du cinquième stade n'a amené aucune nymphose. Des élevages réalisés dans des conditions d'alimentation identiques à 24 °C et 29 °C pour des degrés hygrométriques de 50 %, 70 % et 90 % ont également montré la persistance de l'état larvaire. A 22 °C (Fig. 10) les larves de *T. apiarius* L. continuent de s'alimenter et effectuent périodiquement leur mue pendant trois ans au rythme d'environ une par mois. Cette durée à laquelle on s'est volontairement réduit dans le présent graphique a été dépassée par de nombreuses larves. Cette étonnante prolongation de la vie larvaire peut sembler sans limite puisque dans le cas d'un lot de 552 larves de *T. apiarius* L. recueillies en 1972 dans les nichoirs expérimentaux, trente ne sont pas encore nymphosées en 1980 après avoir subi 3 années d'hibernation et réactivation artificielle suivies de 5 années d'élevage en conditions naturelles. Une période de jeûne d'un an testée sur dix individus pendant cette dernière phase n'a pas affecté leur survie.

4) *Mortalité*

Jusqu'à présent, nous n'avons relevé aucune mortalité larvaire due à un ennemi naturel, ou à un champignon pathogène (MEYNADIER G., 1976).

Dans le cas d'élevage de plusieurs larves dans une même enceinte, le cannibalisme est de règle pour tous les stades mais particulièrement pour les larves âgées qui se montrent particulièrement agressives même en présence d'une alimentation abondante de type pollinique. Dans la nature où les conditions alimentaires sont toujours limitées, cette cause de mortalité pourrait constituer le facteur limitant principal.

Trichodes apiarius L.

La mort survient essentiellement au cours du premier stade ou pendant une mue. Au bout de trois mois à 17 °C et 29 °C, respectivement 54,2 % et 19,3 % des larves de premier stade ne survivent pas; les températures de 22 °C et 24 °C sont moins nocives avec respectivement 7,8 % et 3,1 % de mortalité (aliment = pollen, effectif = 40 larves de premier stade/lot).

Trichodes alvearius F.

Avec aliment pollinique à 22 °C, on a obtenu une mortalité de 10 % des larves de premier stade et de 15 % des larves peu après la première mue larvaire.

NYMPHOSE ET CYCLE

1) *Pourcentage de nymphoses et stade nymphal*

Le tableau 7 indique les taux de nymphose obtenus en 1979 des larves recueillies dans les nichoirs à mégachiles l'année précédente. Ces chiffres assez voisins pour les deux espèces sont très élevés comparativement aux données relevées lors des réactiva-

TABL. 7. — *Pourcentage des nymphoses de Trichodes alvearius F. et Trichodes apiarius L. suivant les conditions de l'hibernation et la température d'incubation.*

TAB. 7. — *Prozentsatz der Verpuppung von Trichodes alvearius F. und Trichodes apiarius L. in Beziehung zu den Bedingungen der Überwinterung und der Inkubationstemperatur.*

| Année de réactivation (1) | Durée de l'hibernation en mois | Température d'incubation | Effectif | Pourcentage de nymphose | Espèce |
|---------------------------|---------------------------------|--------------------------|----------|----------------------------|------------------------|
| Jahr der Reaktivierung | Dauer der Verbrütung in Monaten | Infektions-temperatur | Anzahl | Prozentsatz der Verpuppung | Art |
| 1979 | 5 | 24 °C | 26 | 92 % | <i>T. apiarius L.</i> |
| 1979 | 5 | (2) | 31 | 64 % | <i>T. apiarius L.</i> |
| 1979 | (2) | (2) | 57 | 81 % | <i>T. apiarius L.</i> |
| 1979 | 5 | 24 °C | 75 | 83 % | <i>T. alvearius F.</i> |
| 1979 | 5 | (2) | 73 | 75 % | <i>T. alvearius F.</i> |
| 1979 | (2) | (2) | 131 | 80 % | <i>T. alvearius F.</i> |

(1) Consécutive à l'année de ponte (nachfolgend im Jahr der Eiablage).

(2) En conditions naturelles (unter natürlichen Bedingungen).

tions effectuées entre 1973 et 1978, notamment pour *T. apiarius* L. (8 à 48 % de nymphoses). Pour la même période, le taux de nymphose est plus élevé et moins variable chez *T. alvearius* F. (40 à 80 %).

Trichodes apiarius L.

En conditions naturelles, la nymphose peut s'effectuer à partir du quatrième stade. Si elle ne se produit pas l'année suivant celle de la ponte, la nymphose peut intervenir une autre année lors d'un stade larvaire ultérieur, mais son déclenchement apparaît de plus en plus difficile. Dans les conditions naturelles à Lusignan, la nymphose a lieu en juin (Fig. 11) et le stade nymphal dure de 24 à 30 jours.

Trichodes alvearius F.

Après deux années d'élevage à 22 °C constants, 70 % H.R., on n'a obtenu aucune nymphose ni avec l'aliment pollinique ni avec l'aliment carné. Des larves élevées dans les mêmes conditions pendant 6 mois puis mises en hibernation cinq mois à 7 °C ont été réactivées en conditions naturelles : la totalité des larves se sont nymphosées dont

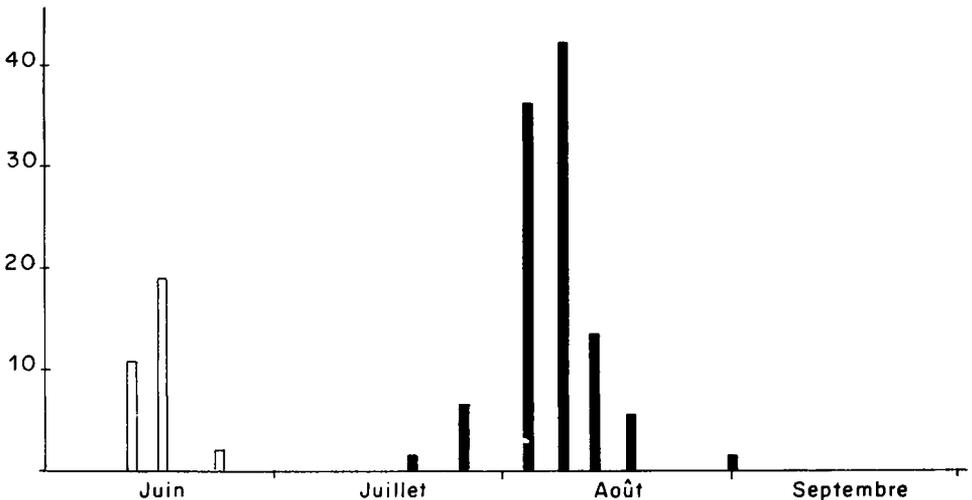


FIG. 11. — Période de nymphose de *Trichodes alvearius* F. et *Trichodes apiarius* L. en conditions naturelles à Lusignan en 1977.

Verticalement = effectif.

Horizontalement = date.

□ *T. apiarius* L.

■ *T. alvearius* F.

ABB. 11. — Zeitpunkt der Verpuppung von *Trichodes alvearius* F. und *Trichodes apiarius* L. unter natürlichen Bedingungen in Lusignan im Jahre 1977.

Vertikal = Zahl der Tiere.

Horizontal = Datum.

71 % au quatrième stade et 29 % au cinquième stade. Dans les conditions climatiques de Lusignan la nymphose s'étend de mi-juillet au début septembre (Fig. 11), ce qui a été confirmé pendant cinq années consécutives. Le stade nymphal dure de 42 à 48 jours pour les premières nymphoses.

2) Confection du cocon

Dans les conditions d'expérimentation au champ avec *Megachile rotundata* F. les larves de *Trichodes* tissent un cocon hivernal de protection soyeux soit en tissant deux cloisons dans une cannelure après l'avoir débarrassée des débris de nidification de l'hôte (Photo 11) soit en aménageant une cavité dans la plaque cannelée elle-même, si le matériau s'y prête, qui est obstruée par cette même sécrétion rougeâtre. Les larves de petite taille utilisent aussi des cocons de mégachile vidés de leur contenu.

Contrairement au comportement *Trichodes apiarius* L., la larve de *T. alvearius* F. après sa reprise d'activité alimentaire tisse à nouveau un second cocon pendant l'été avant la nymphose (Photo 12).

3) Sex-ratio

Le tableau 8 récapitule la répartition des sexes au cours de sept années de réactivation. Le rapport mâles/femelles est voisin de 1 pour *T. alvearius* F. et *T. apiarius* L.

TABLE 8. — Sex-ratio de *T. apiarius* L. et *T. alvearius* F.

TAB. 8. — Geschlechtsverhältnis von *T. apiarius* L. und *T. alvearius* F.

| Année de réactivation Jahr der Reaktivierung | <i>T. apiarius</i> L. | | <i>T. alvearius</i> F. | |
|---|-----------------------|-----|------------------------|-----|
| | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ |
| 1973 | 67 | 76 | — | — |
| 1974 | 10 | 16 | — | — |
| 1975 | 15 | 9 | — | — |
| 1976 | 8 | 9 | 59 | 56 |
| 1977 | 14 | 15 | 75 | 91 |
| 1978 | 1 | 0 | 113 | 102 |
| 1979 | 34 | 48 | 123 | 100 |
| Total | 149 | 173 | 370 | 349 |

4) *Le cycle de T. alvearius F. et T. apiarius L.*

Le schéma des deux cycles nous est donné par la figure 12. Chez *Trichodes apiarius L.*, le cycle complet peut s'accomplir en un an, l'émergence s'effectue l'année de nymphose entre le 10 et le 20 juillet à Lusignan (Vienne). Si des facteurs alimentaires et des facteurs non mis en évidence n'ont pas permis la nymphose la première année, le cycle peut se prolonger d'un à cinq ans et peut-être davantage.

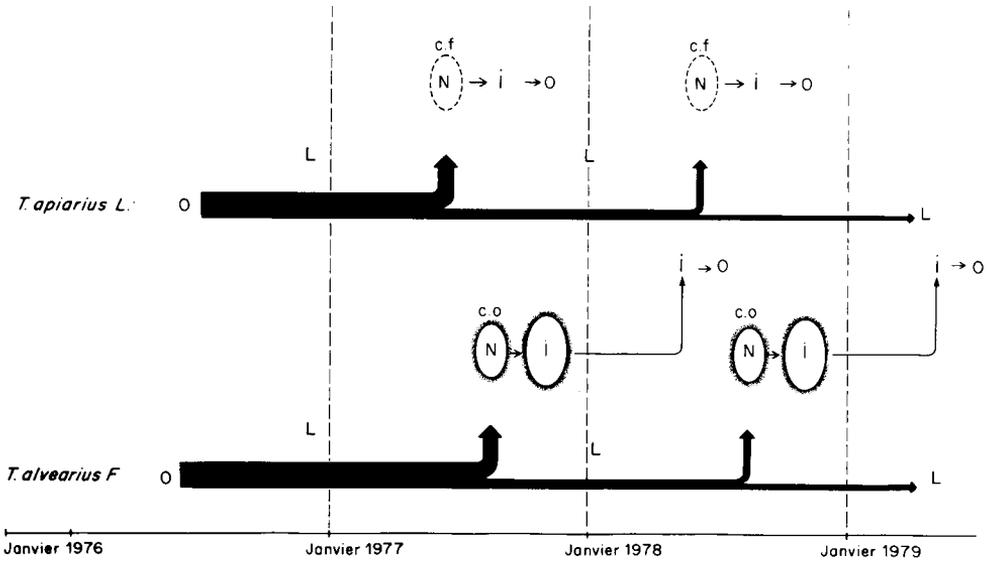


FIG. 12. — Cycle biologique de *Trichodes alvearius F* et *Trichodes apiarius L.*

cf = cocon nymphal facultatif.

co = cocon nymphal obligatoire.

O = œuf; L = larve; N = nymphe; I = imago.

ABB. 12. — Biologischer Zyklus von *Trichodes alvearius F.* und *Trichodes apiarius L.*

cf = fakultativer Puppenkokon.

co = obligatorischer Puppenkokon.

O = Eier; L = Made; N = Puppe; I = Imago.

Chez *Trichodes alvearius F.* la mue imaginale a lieu en septembre-octobre à Lusignan. Les adultes n'émergent qu'à la fin du printemps de la deuxième année suivant la ponte. Ce cycle peut aussi se prolonger plusieurs années bien que cela semble moins fréquent que chez *T. apiarius L.*

On remarque que dans les conditions naturelles les sites de nidification d'abeilles solitaires ou de guêpes solitaires sont généralement occupés plusieurs années de suite, ce qui offre à chaque fois des possibilités alimentaires nouvelles pour les larves de *Trichodes*.

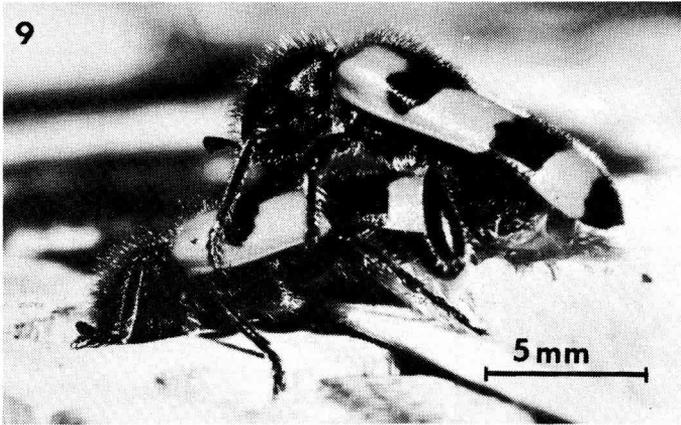


PHOTO 9. — *Accouplement de Trichodes apiarius L.*

FOTO 9. — *Paarung von Trichodes apiarius L.*

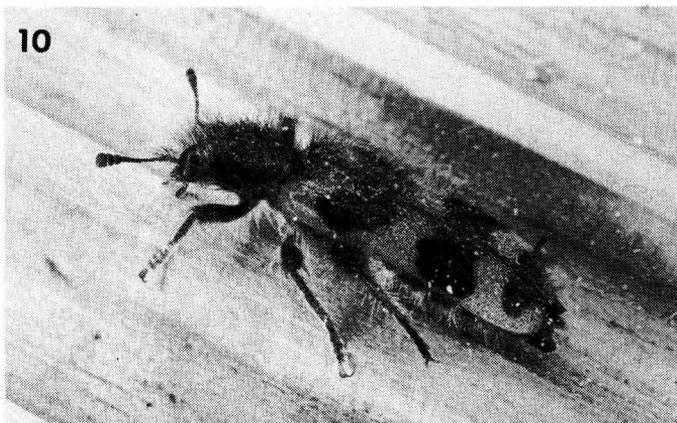


PHOTO 10. — *Adulte de Trichodes alvearius F.*

FOTO 10. — *Adultes Tier von Trichodes alvearius F.*

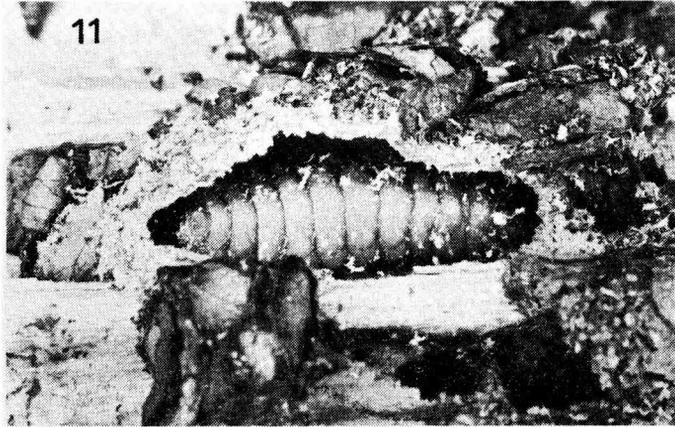


PHOTO 11. — *Trichodes apiarius* L. = larve de quatrième stade dans son cocon hivernal entre deux plaques cannelées du nichoir.

FOTO 11. — *Trichodes apiarius* L. = Larve des vierten Stadiums in ihrem Winterkokon zwischen zwei mit Bohrungen versehenen Platten des Nestes.

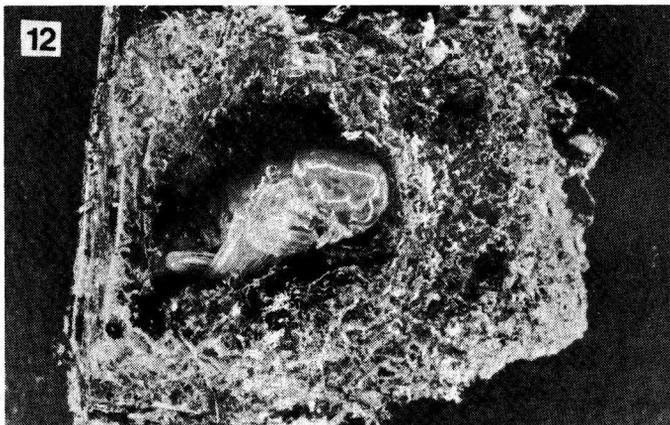


PHOTO 12. — *Trichodes apiarius* L. = nymphe dans son cocon.

FOTO 12. — *Trichodes apiarius* L. = Nymphe in ihrem Kokon.

MÉTHODES DE LUTTE

1) Amélioration des techniques d'élevage des mégachiles

L'environnement du champ de luzerne peut constituer une source de contamination importante comme nous l'avons vu dans la première partie. Il est donc souhaitable d'éloigner au maximum l'abri des sites naturels de nidification d'apoïdes solitaires (talus, vieux murs, arbres morts...) et d'éviter les champs de petite superficie.

L'utilisation d'éléments en bois constituant le nichoir a été réduite au maximum afin d'éliminer les sites de ponte éventuels.

De la glu interposée entre le nichoir et son point d'accrochage dans l'abri permet d'empêcher le passage des jeunes larves issues de pontes extérieures au nichoir. La réduction du diamètre des cannelures à 5 mm ainsi qu'un pressage des plaques plus efficace a limité les pontes sur les nichoirs.

2) Utilisation des bandes d'auto-agrippant « Velcro » comme support de ponte attractif

En 1978 et 1979 on a utilisé deux bandes de « Velcro » de 40 cm de long fixées par des punaises sur les deux montants les plus longs de chaque nichoir. Tous les quinze jours minimum la personne surveillant les nichoirs est chargée d'écraser les œufs éventuellement pondus en pressant systématiquement toute la longueur de la bande au moyen d'une spatule. En 1976, le support de ponte était constitué par des bandes de mousse de polyuréthane auto-collantes; tous les quinze jours ces bandes sont expédiées au laboratoire et remplacées par des nouvelles. Le comptage des œufs desséchés et généralement bien visibles sous binoculaire a permis d'établir le tableau 9.

Les pourcentages moyens de larves potentielles détruites par cette méthode pour 3 années d'expérimentation dans l'Aude, la Drôme, le Gers et le Tarn sont respectivement de 11,7-12,9-37 et 12,4 %. L'irrégularité d'efficacité qui se manifeste entre les années et les départements peut s'expliquer de la façon suivante :

— la construction des nichoirs peu standardisée offre une quantité très variable de sites de ponte préférentiels comme l'ont montré les tests réalisés en conditions contrôlées;

— la présence de larves de premier stade écrasées sur le « Velcro » montre que le délai de 15 jours entre deux écrasements consécutifs est trop long dans certaines conditions climatiques et *a fortiori* quand cette opération n'est pas exécutée.

TABL. 9. — *Efficacité du piégeage des œufs de Trichodes dans la mousse de polyuréthane et l'auto-agrippant « Velcro » dans quatre départements pendant trois années.*

TAB. 9. — *Effektivität des Abfanges von Eiern von Trichodes in Fallen aus Polyurethan-Schaumstoff und aus dem selbstklebenden Material « Velcro » in 4 Departements im Verlaufe von 3 Jahren.*

| Départements | 1977 | | 1978 | | 1979 | |
|--------------|--------------------------|---|--------------------------|--|--------------------------|--|
| | Nichoir (1) Nistblock | Piège (2) mousse Falle aus Schaumstoff | Nichoir (1) Nistblock | Piège (2) « Velcro » Falle « Velcro » | Nichoir (1) Nistblock | Piège (2) « Velcro » Falle « Velcro » |
| Aude | 1 | 0 | 27 | 9 | 40 | 0 |
| Drôme | 178 | 42 | 114 | 9 | 120 | 10 |
| Gers | 145 | 0 | 240 | 200 | 39 | 49 |
| Tarn | 7 | 18 | 0 | 0 | 170 | 7 |
| Total | 331 | 60 | 381 | 218 | 369 | 66 |

(1) Nombre de larves présentes dans le nichoir (Anzahl der Eier im Nistblock).

(2) Nombre d'œufs détruits par piégeage (Anzahl der Eier, die in der Falle zerstört wurden).

DISCUSSION

1) *Les hôtes*

Chez *Trichodes alvearius* F., on relève dans la bibliographie 11 hôtes dont *Odynerus spinipes* L. (CARPENTIER, 1883), *Megachile muraria* Latr. (XAMBEU, 1908; FRIESE, 1923), *Osmia coerulescens* L. (TASEI, 1972), *Heriades maxillosus* L. (MARECHAL, 1933), *Anthophora* sq. et *Xylocopa* sq. (SCHAUFUSS, 1916), *Polistes gallicus* L. (FRIESE, 1923)...

Chez *Trichodes apiarius* L., 6 hôtes sont cités : *Megachile muraria* Latr. (MULSANT, 1864, HOULBERT et BETIS, 1905), *Megachile rotundata* L. (TASEI, 1975), *Osmia* sp. (KITTEL, 1880), *Anthophora parietina* F. (MOCZAR, 1970) et de nombreuses mentions d'*Apis mellifica* L. (SPINOLA, 1844; ESCHERICH, 1923...), *Sirex* sp. (ASSMUSS, 1963; KITTEL, 1880).

A l'exception de cette dernière mention le spectre alimentaire de *T. apiarius* L. est réduit à la super-famille des *Apoidea* alors que six hôtes de *T. alvearius* F. appartiennent aux *Vespidae* ou *Sphecidae*. La capacité de pénétrer dans la cellule de l'hôte et la période de nidification semblent conditionner davantage la sélection des hôtes que le choix effectué par l'adulte au moment de la ponte. LINSLEY et SWAIN, 1943 soulignent que l'épaisseur du tégument de l'hôte peut entraîner la mort des jeunes larves par inanition.

Signalons aussi que la plupart des larves de Clérides sont prédatrices d'espèces de Coléoptères dont la ponte et le développement s'effectuent dans le bois (BALDUF, 1935; VITE et WILLIAMSON, 1970; TURNBOW *et al.*, 1978).

2) *Éthologie de la ponte*

Selon HOULBERT et BETIS, 1905, *Trichodes alvearius* F. se rencontre en juin-juillet et *Trichodes apiarius* L. en juillet-août. Nos observations confirment ce décalage; il s'explique par la différence entre les cycles des deux espèces, la diapause imaginale permettant une émergence plus précoce chez *T. alvearius* F. Ainsi les mégachiles peuvent subir l'attaque conjuguée des deux espèces durant la période de nidification maximum. Aux États-Unis, les adultes de *Trichodes ornatus* Say sont présents de mars à septembre (LINSLEY et SWAIN, 1943). La nature essentiellement pollinique de l'alimentation des adultes est mentionnée par la plupart des auteurs (HOULBERT et BETIS, 1905; CROS, 1908; KIOUS *et al.*, 1977) ainsi que la forte attractivité de certaines espèces florales notamment ombellifères et composées. Cependant, comme nous l'avons observé les *Trichodes* adultes peuvent aussi s'attaquer à des proies vivantes : hyménoptères chez *T. alvearius* F. (J. de GAULE, 1874), *Trichodes umbellatarum* O1 (CROS, 1908), coléoptères chez *T. ornatus* Say (LINSLEY et McSWAIN, 1943).

L'importance et l'efficacité du mode de ponte *in situ* chez *T. apiarius* L. n'exclut pas la ponte sur les fleurs; nos observations tendraient ainsi à confirmer la vraisemblance des affirmations apparemment contradictoires de LINSLEY et SWAIN, 1943 (ponte sous le capitule) comme celles de KIOUS, 1978 (ponte dans les cavités du bois des nichoirs et des abris sur *T. ornatus* Say).

La ponte sur les fleurs n'est probablement pas viable compte tenu des risques de dessèchement, d'écrasement au cours de l'évolution de la fleur et de la faible probabilité de synchronisme larve insecte-vecteur. En outre, l'absence ou l'extrême rareté des *Trichodes* rencontrés chez les apoïdes solitaires terricoles et les apoïdes sociaux comme l'abeille domestique ou les bourdons (HOBBS, 1962) ainsi que l'absence d'une structure d'accrochage de la larve errante (analogue à celle des larves de triongulins) laissent supposer que ce mode de ponte ne présente aucun caractère adaptatif. On remarque d'ailleurs que LINSLEY et SWAIN se contentent d'émettre l'hypothèse du transport par les abeilles. Une démonstration expérimentale mériterait donc d'être effectuée pour les deux espèces françaises.

On peut se demander si la nature et la structure du matériau constitutif du nid de l'hôte ne sont pas des stimuli tactiles déterminants pour le choix du site de ponte, une fois le prédateur parvenu sur l'habitat favorable. Les stimuli olfactifs et visuels tels que ceux qui guident l'adulte pour son alimentation pourraient intervenir pour la localisation à distance des zones de nidification d'apoïdes.

3) Comportement larvaire et développement

Nos données confirment la grande variabilité de la durée du cycle relevé sur *T. alvearius* F. (MARECHAL, 1933), *T. umbellatarum* Ol. (CROS F., 1908) et *T. ornatus* Say (LINSLEY et SWAIN, 1943) ainsi que la vitesse de développement optimale avec le régime carné (LINSLEY et SWAIN, 1943). Ainsi selon ces derniers auteurs une alimentation constituée de miel et de pollen permet à la larve de *T. ornatus* Say d'achever son développement dans un temps triple. La capacité de destruction des deux espèces françaises de *Trichodes* est comparable à celle qui est signalée par KIOUS : quatre larves de mégachile dévorées en moyenne par larve de prédateur.

Les fluctuations de ce taux peuvent s'expliquer par :

- la précocité de l'attaque;
- les conditions climatiques pendant l'élevage;
- l'espèce de *Trichodes* dominante;
- la densité de nidification et le nombre de cellules par nid.

La durée du cycle est de un à trois ans ou davantage chez *T. ornatus* Say (LINSLEY et SWAIN, 1943), de trois à cinq ans chez *T. alvearius* F. (MARECHAL, 1933).

Le même auteur signale que la larve peut supporter jusqu'à vingt mois de jeûne, ce qui renforce l'idée que les longévités larvaires sont supérieures à cinq ans.

L'étonnante résistance des larves au jeûne (stades I et ultérieurs), la prolongation de l'état larvaire en conditions contrôlées ou « naturelles » suggèrent l'existence d'une interaction entre le rôle de l'appareil séricigène et les autres déchets du métabolisme vis-à-vis des conditions alimentaires. Le déterminisme de la nymphose semble lié à l'existence d'une phase larvaire critique sous la dépendance de facteurs abiotiques et alimentaires combinés. Ces éléments peuvent être rapprochés des résultats obtenus par ALLEGRET P. (1956, 1963) sur *Galleria melonella* L. (Lépidoptère, *Pyralidae*) et par CHAUVIN G. (1971) sur *Tinea pellionella* (Lépidoptère *Tineidae*).

La fabrication d'un cocon prénympheal par la larve de quatrième stade est mentionnée par KIOUS *et al.* chez *T. ornatus* Say, la nymphose se produisant au cinquième stade après confection d'un cocon plus fin.

CROS (1908) signale que la nymphose de *T. umbellatarum* Ol. a lieu à la fin de l'été et l'émergence, le printemps suivant; son cycle est donc comparable à celui de *T. alvearius* F.

4) Méthodes de lutte

Nous passerons en revue les méthodes actuelles préconisées par les auteurs américains en discutant de leur validité dans le cadre d'une extension commerciale des élevages de mégachiles en France.

— Élimination des plantes attractives : La suppression des adventices attractives pour les adultes est conseillée pour réduire les populations locales de prédateur (BOHART, 1972; KIOUS *et al.*, 1978). Les techniques culturales pratiquées en France, les superficies de luzerne concernées (surface moyenne 3 ha) ainsi que le paysage rural impliqué enlèvent tout intérêt à ces mesures.

— Capture des adultes de *Trichodes* à la fin de l'incubation : le tamisage des cocons (BOHART, 1972) et l'utilisation des pièges à adultes au moment de l'émergence (KIOUS *et al.*, 1978) sont recommandés pour *T. ornatus* Say.

Le tamisage des cocons (BOHART, 1972) et l'utilisation des pièges à adultes au moment de l'émergence (KIOUS *et al.*, 1978) sont recommandés pour *T. ornatus* Say.

Compte tenu de son cycle *T. alvearius* F. ne présente pas le risque d'être recyclé, ce qui n'est pas le cas des larves de *T. apiarius* L. hivernant à l'intérieur d'un cocon de mégachile. On conseillera donc de retirer les éclosiers de l'abri au milieu du vol de la première génération.

— Utilisation des pièges attractifs autour de l'abri : ces pièges contiennent une substance attractive et un insecticide (KIOUS *et al.*, 1978) et sont en cours de commercialisation aux États-Unis. Les premiers essais ont permis de détruire 30 000 individus pour un abri de grandes dimensions. Cette méthode apparaît la plus séduisante, le problème consistant à mettre au point l'attractif utilisable pour les deux espèces françaises de *Trichodes*.

Une autre voie de limitation des dégâts dus aux *Trichodes* et aux autres ennemis naturels, plus spécifique aux conditions climatiques françaises repose sur l'utilisation d'une lignée monovoltine de mégachiles dont on développe actuellement la souche. Ainsi, on pourrait réduire de moitié la durée de l'exposition aux attaques des *Trichodes* adultes, de même que le nombre de cellules détruites par larve. Cependant, l'hibernation artificielle intervenant plus tôt, il sera nécessaire d'éliminer les jeunes larves à l'intérieur des cocons qui peuvent échapper au triage et être recyclées l'année suivante.

CONCLUSION

Les élevages en France de *Megachile rotundata* F. importés du Canada ont offert aux populations locales de *Trichodes* des conditions très favorables à leur développement, leur conférant une réelle importance économique dans le cadre de la commercialisation de ce mode de pollinisation dirigée.

1) Au moins une espèce de *Trichodes* est présente dans les départements concernés jusqu'à présent par l'élevage des mégachiles.

2) A Lusignan (Vienne) et à Barbezieux (Charente) on relève 11 hôtes nouveaux pour *Trichodes alvearius* F. (7 *Megachilidae*, 2 *Colletidae*, 2 *Sphecidae*) et 4 pour *Trichodes apiarius* L. (4 *Megachilidae*).

3) Chaque larve détruit en moyenne de 4 à 10 cellules de mégachiles suivant les années.

4) La larve de premier stade est errante et cherche activement à pénétrer dans les cellules d'élevage de l'hôte où elle poursuivra son développement jusqu'à la nymphe si les conditions alimentaires le permettent.

La capacité de survie des larves peut pallier des choix de substrat momentanément sans valeur alimentaire.

Le cycle complet s'effectue au minimum en un an chez *T. apiarius* L. et en deux ans chez *T. alvearius* F. avec diapause imaginale lors de la seconde hibernation.

5) Chez *T. apiarius* L. et *T. alvearius* F. l'accroissement de poids est plus rapide avec une alimentation constituée de prénymphe de mégachiles par rapport au pollen seul.

6) Les larves de *T. apiarius* peuvent survivre pendant sept ans sans se nymphoser. Dans le cas d'un élevage à 22 °C constants, le nombre de mues atteint 30 au bout de 2 ans et demi.

7) La sex-ratio est voisine de 1 pour les deux espèces.

8) Chez ces deux espèces vivant dans le même milieu naturel, le comportement de ponte est identique; celle-ci s'effectue préférentiellement dans les nichoirs près des nids

de mégachiles ou dans les micro-cavités offertes par le bois de l'armature des nichoirs ou de l'abri.

9) Un pondoir constitué de plaquettes de bois séparées par un espace vide de 0,8 mm réalise le substrat le plus favorable à la ponte, préféré à la bande d'auto-agrippant « Velcro » ou à la mousse de polyuréthane. Cependant, placé sur un nichoir le « Velcro » se révèle plus attractif que la surface de celui-ci.

10) En cage dans les conditions de l'expérience un appât pollinique (miel + pollen + eau) favorise la ponte seulement quand les stimuli tactiles nécessaires à son déclenchement sont insuffisants.

11) Chez *Trichodes apiarius* L. la ponte se produit occasionnellement sur des fleurs dans des conditions qui restent à préciser. Cependant, quelques éléments laissent supposer que ces œufs sont condamnés par la suite.

12) Le nombre d'œufs pondus par femelle ne dépasse pas 200 chez *T. alvearius* F. et 260 chez *T. apiarius* L. Les œufs sont pondus isolément ou par groupe comptant jusqu'à 24 œufs.

13) De 1972 à 1979 l'amélioration des techniques d'élevage et les premières méthodes de lutte ont permis de passer de 7 % à 27,6 % de cellules détruites à moins de 2,5 %.

14) Les méthodes de luttés envisagées sont les suivantes :

— poursuivre l'amélioration des techniques d'élevage (matériel, installation de l'abri, souche monovoltine de mégachiles);

— enlever les éclosiers de l'abri après émergence de la première génération de mégachiles;

— augmenter l'efficacité du « Velcro » par adjonction d'un insecticide afin de détruire les jeunes larves.

15) On se propose de mettre au point un système de piégeage des adultes en utilisant une substance attractive et un insecticide.

Reçu pour publication en mai 1980.

Eingegangen im Mai 1980.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Zucht von *Megachile*, die im Süden von Frankreich in den Jahren 1972-1979 durchgeführt wurde, hat die Bedeutung von Schäden gezeigt, welche durch zwei Käferarten aus der Familie der Cleridae mit nur sehr ungenügend erforschter Biologie verursacht wurden. *Trichodes alvearius* F. und *Trichodes apiarius* L., die beinahe in den gesamten Versuchsdepartements für *Megachile rotundata* verbreitet sind (Abb. 1, Tab. 1) haben mittlere jährliche Verluste zwischen 2,5 bis 27,6 % der errichteten Zellen verursacht (Abb. 5). Jede Larve des Käfers vernichtet zwischen 4-10 Larven der Bienen (Abb. 6). Eine

Inventarisierung der blütenbestäubenden Fauna in Lusignan (Vienne) und in Barbezieux (Charente) mittels « Fallen-Nistblöcken » hat elf neue Wirte für *Trichodes alvearius* F. ergeben (7 *Megachilidae*, 2 *Colletidae*, 2 *Specidae*) und vier für *Trichodes apiarius* L. (4 *Megachilidae*) (Tab. 2).

Beobachtungen unter natürlichen Bedingungen sowie Versuche unter Glas wie im Freiland haben gezeigt, dass die Eiablage in kleinen Hohlräumen im Holz der Nistblöcke oder anderen geschützten Stellen erfolgt (Abb. 4). Verschiedene Substrate für die Eiablage wurden geprüft : ein Stapel von Täfelchen aus Kiefernholz, mit Zwischenräumen von 0,8 mm (Abb. 2), der attraktiver als ein Selbstklebeband vom Typ « Velcro » oder Schaumstoff aus Polyurethan (Tab. 3 und 4) war. Aber das an einer Niststelle angebrachte « Velcro » erfasste 93 % der Eier, so dass es unter den Bedingungen der Aufzucht der *Megachile* im Feld eingesetzt werden konnte; durch Vernichtung der Eier auf mechanischem Wege konnten im Verlaufe von drei Versuchsjahren 24 % der potentiellen Larven ausgeschaltet werden (Tab. 9).

Die Fortpflanzungsrate beträgt 200 Eier/♀ bei *T. alvearius* F. und 260 Eier/♀ bei *T. apiarius* (Tab. 5). Der Anteil der Weibchen beträgt 53,7 % bei *T. Apiarius* L. und 48,5 % bei *T. alvearius* F. (Tab. 8).

Die unsteten Larven des ersten Stadiums können in das Innere der Kokons von *Megachile rotundata* FAB. eindringen, sie werden jedoch zurückgehalten von dem Verschluss aus Erde bei einer Anzahl von solitären Vespoidea. Für die Überlebensdauer im Hungerzustand wurden unter kontrollierten Bedingungen bei konstant 22 °C folgende Werte gefunden : *T. alvearius* F. 27 ± 7 Tage, *T. apiarius* 48 ± 3 Tage; unter natürlichen Bedingungen verlängert sie sich noch darüberhinaus : 3-10 Monate für *T. apiarius* L. Diese Widerstandsfähigkeit gibt den Larven die Möglichkeit zur Weiterentwicklung, obwohl sie nur armes oder ein Substrat ohne augenblicklichen Nährwert gefunden haben.

Wir haben die Entwicklung beider Arten unter kontrollierten Bedingungen bei konstant 22 °C bei zwei verschiedenen Ernährungsweisen verglichen : Pollenhöschen von Raps oder Praenymphen von *Megachile rotundata* FAB. In dem ersten Fall wird das fünfte Stadium von *T. alvearius* F., bzw. von *T. apiarius* in 154, resp. in 138 Tagen erreicht, gegen 101 und 107 Tagen im zweiten Fall (Abb. 8 und 9). Wenn man die Aufzucht verlängert, erfolgen bei den Larven periodisch Häutungen, ohne dass eine Verpuppung erfolgt (Abb. 10).

Die gegenwärtig angewandten Bekämpfungsverfahren stützen sich auf eine Verbesserung der Aufzuchtbedingungen, besonders des Materials der Nistblöcke (Abb. 4) und die Anbringung von Zonen zur artifiziellen Eiablage an den Nistblöcken (Bänder von « Velcro »), welche die mechanische Vernichtung der Eier gestatten (Tab. 9).

Es werden zwei neue Wege in der Bekämpfung dieser natürlichen Feinde ins Auge gefasst :

1. Die Entwicklung eines monovoltinen Stammes von *Megachile*, um die Dauer der Exposition für die Eiablage und für die durch die *Trichodes*-Larven verursachten Schäden zu verkürzen.
2. Fangen adulter *Trichodes* mittels attraktiver Köder.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLEGRET P., 1956. — Étude des glandes séricigènes des larves de lépidoptères. Leur rôle dans la physiologie du développement. Thèse Paris.
- ALLEGRET P., 1963. — Stabilisation prolongée de l'état larvaire chez la Fausse Teigne des ruches, *Galleria mellonella* L. (lépidoptères, *pyralidae*) sous l'action des facteurs alimentaires; établissement expérimental d'un état d'entretien. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 257, p. 1873-1876.
- ASENSIO de la SIERRA E., RODRIGUEZ IBANEZ J. A., 1972. — Primer informe sobre adaptacion y multiplicacion de la abeja polinizadora de la alfalfa *Megachile pacifica* Panz. (*Megachile rotundata* auct. nec. Fabr.). *An Inst. Nac. Invest. Agrar. Ser. Prot. Veg.*, **2**, 237-252.
- ASSMUS E., 1863. — Beiträge zur Biologie der Insecten. *Stett. Entomol. Zeit.*, **24**, 396-407.
- ASSMUS E., 1863. — Die Parasiten der Honigbiene. Berlin.

- BALDUF W. V., 1935. — The family Cleridae, p. 107-111. In : *The Bionomics of Entomophagus coleoptera*. J.S. Swift Co Chicago.
- BORCHERT A., 1970. — Les maladies des abeilles. Paris, Vigot Frères éd.
- BOHART G. E., 1972. — Management of wild bees for pollination of crops. *Ann. Rev. Entomol.*, **17**, 287-312.
- BOISE P., 1890. — *Trichodes apiarius*. *Bull. Soc. Entomol. Fr.*, **6**, 10-35.
- CARPENTIER L., 1883. — Contributions à la faune locale. *Bull. Soc. Linn. Nord. Fr.*, **6**, 358-359.
- CHAUVIN G., 1971. — Influence de l'humidité sur le comportement et la survie des larves de *Tinea pellionella* (lépidoptère *Tineidae*) privées de nourriture. *C. R. Soc. Biol.*, t. 165, n° 5, p. 1111.
- CORPORAAL J. B., 1932. — Die Schädlichkeit des *Trichodes apiarius*. *Arch. f. Bienenkunde*, **13**, 2, 32-40.
- CROS A., 1908. — Le *Trichodes umbellatarum* O1., ses mœurs, son évolution. *Bull. Mus. Hist. Nat.*, Paris, **14**, 215-221.
- CROS A., 1913. — Note sur le *Trichodes umbellatarum* O1. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.*, **4**, 11-115, 135-140, 142-149.
- ESCHERICH K., 1923. — Die Forstinsekten Mitteleuropas II, S 182.
- FABRE, 1921. — Souvenirs entomologiques. Delagrave, t. III, p. 134-135.
- FRIESE H., 1923. — Die europäischen Bienen. Gruyten and Co. Berlin.
- GAULE J. de, 1874. — (*Trichodes alvearius*). *Feuille Jeune Nat.*, **4**, 124.
- HOBBS G. A., 1962. — Further studies on the food-gathering behaviour of bumble bees (*Hymenoptera : Apidae*). *Can. Entomol.*, **94**, 538-541.
- HOULBERT C., BETIS L., 1905. — Faune Armoricaine, Coléoptères, 52° Fam. Clérides. *Trav. scient. Univ. Rennes IV*. Suppl., p. 120-135 (sept. p. 1-28), p. 131 (sept. p. 18).
- JOHANSEN C. A., EVES J. D., 1966. — Parasites and nest destroyers of the alfalfa leafcutting bee. *Wash. Agr. Exper. Stn. cir.*, **469**, 12 p.
- KIOUS C., JOHANSEN C., MAYER D., 1978. — Checkered flower beetle : a destructive predator of the alfalfa leafcutting bee. *Wash. St. Univ. Ext. Serv. E.M.* 4107.
- KITTEL G., 1880. — Systematische Uebersicht der Käfer, welche in Baiern und der nächsten Umgebung Vorkommen. *Corresp. Blatt. Zool. Mineral. Ver. in Regensburg*, **34**, 69-74.
- LINSLEY E. G., MAC SWAIN J. W., 1943. — Observations on the life history of *Trichodes ornatus* (Coleoptera, Cleridae) a larval predator in the nests of bees and wasps. *Ann. entomol. Soc. Am.*, **34**, 589-601.
- MANNINGER S., 1972. — Parasites of alfalfa leaf-cutter bee, *Megachile rotundata* F. (*M. Pacifica* Panz.) in Hungary. *Novenytermeles*, **21**, 321-328.
- MARECHAL P., 1933. — Sur quelques habitants des chaumes des toitures *Eriades maxillosus* L. et ses parasites (principalement *Trichodes alvearius* F.). *Bull. Ann. Soc. Entomol. Belg.*, 227-257.
- MEYNADIER G., 1976. — Communication personnelle.
- MOCZAR L., 1970. — Ethologische Ergebnisse an Hymenopteren. *Act. Biol. Szeged*, **16** (3-4), 15-23.
- MULSANT E., 1864. — Histoire naturelle des Coléoptères de France. Angusticolles Diversipalpes. *Ann. soc. Linn. Lyon.*, **10**, 247-380.
- PARKER F. D., BOHART R. M., 1966. — Host parasite associations in some twig-nesting Hymenoptera from Western North America. *Pan. Pacific. Entomol.*, **42**, 91-98.
- PARKER F. D., BOHART R. M., 1968. — Host parasite associations in some twig-nesting Hymenoptera from Western North America. Part II. *Pan. Pacific. Entomol.*, **44**, 1-6.
- SCHAUFUSS C., 1916. — In Calwer's käferbuch, 6te Aufl. **I**, S. 401.

- SPINOLA M., 1844. — Essai monographique sur les Clérites. *Insectes : Coléoptères I*. Gênes.
- TASEI J. N., 1972. — Observations préliminaires sur la biologie d'*Osmia* (*Chalcosmia*) *coerulescens* L. (Hymenoptera megachilidae), pollinisatrice de la luzerne (*Medicago sativa* L.). *Apidologie*, **3**, 149-165.
- TASEI J. N., 1975. — Le problème de l'adaptation de *Megachile* (*Eutricharea*) *pacifica* Panz. (Megachilidae) américain en France. *Apidologie*, **6**, 1-57.
- TURNBOW R. H., FRANKLIN JR., NAGEL W. P., 1978. — Prey consumption and longevity of adult *Thanasimus dubius* F. *Environ. Entomol.* **7**, 695-697.
- VITE J. P., WILLIAMSON D. L., 1910. — *Thanasimus dubius* : prey perception. *J. Insect. Physiol.*, Vol. **16**, 233-239.
- WAFI A. K., MAZEED M. M., 1973. — Natural enemies of pollinators belonging to family *Megachilidae*. *Agr. Res. Rev. Cairo.*, **51**, 129-137.
- XAMBEU, 1908. — Mœurs et métamorphoses des insectes du groupe des Clérides. *Le Naturaliste*, 30^e année, n^{os} 510-513.