

# Influence de la température sur l'activité parasitaire et imaginale d'*Opius dissitus* Muesebeck (*Hymenoptera* ; *Braconidae*), parasitoïde des mouches mineuses des feuilles

D. BORDAT (1), E.V. COLY (2), M. DALLE (1), M. RENAND (1), P. LETOURMY (1)

**RÉSUMÉ** – Des élevages à différentes températures, de 10 à 30 °C, ont été réalisés sur des pupes de *Liriomyza trifolii* (Burgess) préalablement parasitées, ainsi que sur des adultes d'*Opius dissitus* Muesebeck. Les températures comprises entre 20 et 30 °C correspondent à la croissance optimale d'*O. dissitus*, qui semble bien s'adapter aux conditions tropicales malgré son origine holarctique.

**Mots clés** : parasitoïde, *Opius dissitus*, température, ravageur, mouche mineuse, *Liriomyza trifolii*, lutte biologique.

Les *Agromyzidae*, diptères mineurs des feuilles, causent de gros dégâts sur de nombreuses espèces florales et légumières (VERCAMBRE, 1980 ; PARRELLA et JONES, 1985). L'espèce la plus répandue, *Liriomyza trifolii* (Burgess), est présente sur tous les continents excepté l'Australie (CIE, 1984). La localisation des larves entre les deux épidermes du feuillage rend la lutte chimique difficile, et les insecticides systémiques ne doivent pas être employés en cultures légumières, surtout en période de récolte (BORDAT *et al.*, 1988).

L'emploi abusif de traitements chimiques pour lutter contre ce ravageur a rapidement engendré des résistances aux insecticides conventionnels (PARRELLA, 1983 ; KEIL *et al.*, 1985). Les programmes de lutte intégrée destinés à éviter la multiplication de souches résistantes deviennent courants (THIERY, 1982 ; PARRELLA, 1983 ; TRUMBLE, 1985).

Des essais de lutte biologique par lâcher d'entomophages ont été effectués dans de nombreux pays (JOHNSON, 1979 ; COLY, 1984 ; WOETS et VAN DER LINDEN, 1985 ; NEUENSCHWANDER *et al.*, 1987).

Parmi les hyménoptères de la famille des *Braconidae*, deux espèces ont été particulièrement étudiées en vue de leur utilisation contre *Liriomyza bryoniae* Kalt. Il s'agit de *Dacnusa sibirica* Telenga et d'*Opius pallipes* Westmael (HENDRIKSE *et al.*, 1980 ; WOETS et VAN DER LINDEN, 1982). L'espèce *Opius dissitus* Muesebeck n'a pas fait l'objet d'études particulières, hormis son introduction au Sénégal pour lutter contre *L. trifolii* (NEUENSCHWANDER *et al.*, 1987). Sa bonne acclimatation en zone tropicale fraîche, avec un taux de récupération de 64,82 % (COLY, 1984), ainsi que son origine holarctique (WHARTON, 1984), nous ont conduits à étudier son comportement à différentes températures afin de connaître son optimum thermique.

## Matériel et méthode

### Le parasitoïde

*Opius dissitus* a été décrit par Muesebeck en 1963 d'après des individus issus de pupes de *Liriomyza sativae* Blanchard trouvées sur des feuilles de tomate et de haricot aux îles Hawaï. Il semble qu'il provienne de Floride.

D'après WHARTON, l'origine probable de cette espèce est la région holarctique, c'est-à-dire la zone située dans l'hémisphère Nord, jusqu'au tropique du Cancer (WHARTON, 1984).

La souche étudiée, utilisée par LE ROUX-NIELSEN et BORDAT en 1989, a été introduite au Sénégal en 1982 par le CIBC (Commonwealth Institute of Biological Control) de Trinidad.

(1) CIRAD-CA, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France.

(2) Centre pour le développement de l'horticulture (CDH) BP 3120, Dakar, Sénégal.

## Elevage de masse d'*O. dissitus*

Des tiges de haricots au stade feuilles postcotylédonaire, parasitées par des larves de *L. trifolii* de troisième stade, sont coupées puis placées dans un petit récipient rempli d'eau afin d'éviter leur dessèchement.

Ces tiges sont introduites dans une cage en Altuglas de 50 x 50 x 50 cm. Le haut de cette cage est recouvert d'un tissu à mailles très fines pour permettre l'aération et éviter la condensation sur les parois due à la respiration des feuilles de haricot. Des couples d'*O. dissitus* sont introduits dans la cage, avec quelques gouttes de miel et des cotons dentaires imbibés d'eau qui servent d'abreuvoirs aux parasitoïdes.

Tous les jours, les feuilles de haricot sont retirées de la cage et remplacées par de nouvelles feuilles. Le lot de feuilles, mis en présence des femelles d'*O. dissitus* pendant 24 heures est placé sur un plateau de 28 x 28 cm, afin de récupérer les larves de *L. trifolii* parasitées ou non, quittant le végétal pour la pupaison.

Au bout de trois jours, la quasi-totalité des larves est sortie des feuilles et pupifiée. Les pupes présentes sur le plateau, ainsi que celles retenues par la pilosité du feuillage du haricot, sont prélevées à l'aide d'un pinceau souple.

Elles sont alors déposées dans une boîte ronde de 8 cm de diamètre et 5 cm de hauteur dont le couvercle est percé d'un trou de 2 cm de diamètre et recouvert d'un grillage fin pour l'aération.

Dès leur éclosion dans la boîte, les adultes d'*O. dissitus* sont introduits dans la cage de ponte.

L'élevage s'effectue dans une cellule climatisée régie aux conditions climatiques suivantes :

- température :  $25 \pm 1$  °C ;
- humidité relative :  $75 \pm 5$  % ;
- photopériode : 12 heures - 12 heures ;
- luminosité : 3 000 à 4 000 lux.

## Influence de la température sur la longévité des adultes

Pour chaque répétition de cet essai, on utilise cinq boîtes cylindriques en plastique transparent de 11 cm de diamètre et 8 cm de hauteur. Sur le couvercle, deux trous d'environ 2 cm de diamètre sont percés. L'un est recouvert d'un grillage fin, pour faciliter l'aération, l'autre, destiné à l'introduction des adultes, est muni d'un bouchon.

Un lot de 10 mâles et 10 femelles d'*O. dissitus* nés le même jour est introduit dans chacune de ces cinq boîtes. Une goutte de miel déposée sur le grillage assure leur alimentation.

Chaque lot de 10 couples est placé à une température différente : 10, 15, 20, 25 et 30 °C. L'humidité relative varie

de 70 à 80 %, le rythme nyctéméral est de 12 heures-12 heures.

Tous les jours, les adultes morts sont retirés des boîtes, femelles et mâles sont comptés. Les résultats portent sur dix répétitions, soit 100 mâles et 100 femelles pour chaque température.

## Influence de la température sur les pupes parasitées

Des boîtes en plastique transparent de 3 cm de diamètre et de 1 cm de hauteur sont employées. Cinq lots de 50 boîtes contenant chacune une pupa de *L. trifolii* parasitée par *O. dissitus* sont isolés et placés aux différentes températures — 10, 15, 20, 25 et 30 °C — soit un lot par température.

Mâles et femelles d'*O. dissitus* éclos sont comptés. La mortalité des pupes du diptère hôte est également notée. Les résultats de cet essai ont porté sur l'observation de 500 pupes pour chaque température, soit dix répétitions de chacun des cinq lots.

Le dispositif statistique de cet essai est un plan en blocs complets à dix répétitions avec cinq traitements.

## Production des femelles d'*O. dissitus* aux différentes températures

Quatre essais sont réalisés à quatre températures différentes, 15, 20, 25 et 30 °C. Chaque essai a pour but la comparaison de pupes de *L. trifolii* parasitées et non parasitées, avec huit répétitions. La comparaison entre essais se ramène à une comparaison entre températures car, par hypothèse, on considère que la température est le facteur prépondérant.

Dans chaque cellule climatisée, l'humidité relative varie entre 70 et 80 %, la photopériode est identique, 12 heures-12 heures.

Dix couples d'*O. dissitus* éclos le même jour sont introduits dans une cage semblable à celle utilisée pour l'élevage de masse. Du miel ainsi qu'un coton dentaire imbibé d'eau sont déposés pour alimenter les adultes du parasitoïde.

On attend 24 heures pour l'accouplement des adultes en l'absence d'hôtes, puis on introduit des plants de haricots contaminés par des *L. trifolii* de troisième stade. Ces plants sont renouvelés tous les jours jusqu'à la mort de toutes les femelles.

Le nombre de jours de ponte, le nombre de femelles et d'adultes obtenus ainsi que le sex-ratio sont enregistrés et comparés aux différentes températures.

Tableau I. Influence de la température sur le sex-ratio des adultes d'*O. dissitus* et sur la mortalité des pupes de *L. trifolii* parasitées.

Température (°C)	Mâles produits	Femelles produites	Adultes produits	Pupes mortes	Taux de mortalité (%)	Sex-ratio
10	0	2	2	498	99,6	
15	141	115	256	244	48,8 (0,77) a	0,8
20	185	227	412	88	17,6 (0,40) b	1,2
25	194	203	397	103	20,6 (0,46) b	1,0
30	191	204	395	105	21,0 (0,47) b	1,1
Moyenne (4 températures)					27,0 (0,52)	
Effet température					**	n.s.
Ecart-type résiduel					(0,106)	
Ecart-type d'une moyenne					(0,034)	

Dispositif en blocs complets à dix répétitions.

n.s. Non significatif au seuil de 5 % ; \*\* Significatif au seuil de 1 %.

Seules les 4 températures présentant une production d'adultes sont comparées statistiquement. Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes par la méthode de Newman-Keuls au seuil de 5 %.

Le taux de mortalité a été analysé après transformation  $\sqrt{x}$ . Les valeurs entre parenthèses sont les valeurs transformées.

Tableau II. Etude de la production de femelles, d'adultes et du sex-ratio d'*O. dissitus* à différentes températures.

Températures (°C)	Femelles		Adultes		Sex-ratio	
15	130	(3,66) c	345	(6,38) c	0,6	(14,38) b
20	1 968	(15,18) b	3 797	(21,06) b	1,1	(26,25) a
25	3 037	(19,27) a	9 124	(33,20) a	0,5	(10,88) b
30	1 614	(13,46) b	4 077	(22,17) b	0,7	(16,50) b
Moyenne	1 687	(12,89)	4 336	(20,70)	0,6	(16,50)
Ecart-type résiduel		(3,68)		(5,08)		(7,67)
Ecart-type d'une moyenne		(1,30)		(1,80)		(2,71)

Huit répétitions par température.

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % par la méthode de Newman-Keuls.

Les productions d'adultes et de femelles ont été analysées après transformation  $\sqrt{x}$  ; le sex-ratio a été analysé après transformation en rangs. Les valeurs entre parenthèses sont les valeurs transformées.

Le sex-ratio a été analysé statistiquement au moyen du modèle logit (étude du logarithme du sex-ratio en fonction des effets températures et répétitions).

Il est à noter que, comme pour le développement parasitaire, 20 °C semble être la température qui convient le mieux à la multiplication de l'espèce. Le taux de mortalité au stade pupa est alors le plus faible (17,6 %).

## Activité des femelles

### Production des femelles, durée de ponte, sex-ratio

La température influe sur la production des femelles chez *O. dissitus* ainsi que sur la durée de ponte et sur

l'accouplement. Nous avons comparé la production d'adultes et de femelles et le sex-ratio (tableau II). Les résultats ont été établis après analyse de variance et transformation des variables. Les taux de mortalité des pupes ont été analysés séparément dans chaque essai pour 20, 25 et 30 °C (tableau III).

La température de 10 °C n'a pu être prise en compte en raison d'une trop forte mortalité des adultes lors des élevages. Il est également impossible de conduire un élevage à 15 °C, car la production d'adultes est trop faible (345 individus).

Des trois autres températures, il semble que la plus adéquate pour la production de masse soit 25 °C. En effet, la ponte s'étend en moyenne sur 25 jours, alors qu'elle ne dure que

## Résultats et discussion

Les données présentées dans les tableaux ont été analysées statistiquement au moyen du logiciel SAS (version 6, 1989).

### Longévité des adultes

Les températures basses ne sont pas favorables à la survie des mâles d'*O. dissitus* (figure 1). En effet, en moins de 15 jours, on observe 100 % de mortalité à 10 °C et plus de 90 % à 15 °C.

En revanche, à des températures variant entre 20 et 30 °C, les mâles ont une longévité normale, supérieure à 30 jours : 38 jours à 30 °C, 39 à 25 °C et 43 à 20 °C.

Les femelles résistent un peu mieux au froid (figure 2). Malgré 100 % de mortalité en moins de 15 jours à 10 °C comme pour les mâles, à 15 °C, en revanche, la longévité des femelles est supérieure : il faut 20 jours pour obtenir plus de 90 % de mortalité. Pour les femelles élevées à 20, 25 et 30 °C, la durée de vie est semblable à celle des mâles, soit 36 jours à 30 °C, 38 à 25 °C, 45 à 20 °C.

De toutes les températures testées, il semble que 20 °C convienne le mieux à l'élevage des adultes d'*O. dissitus*.

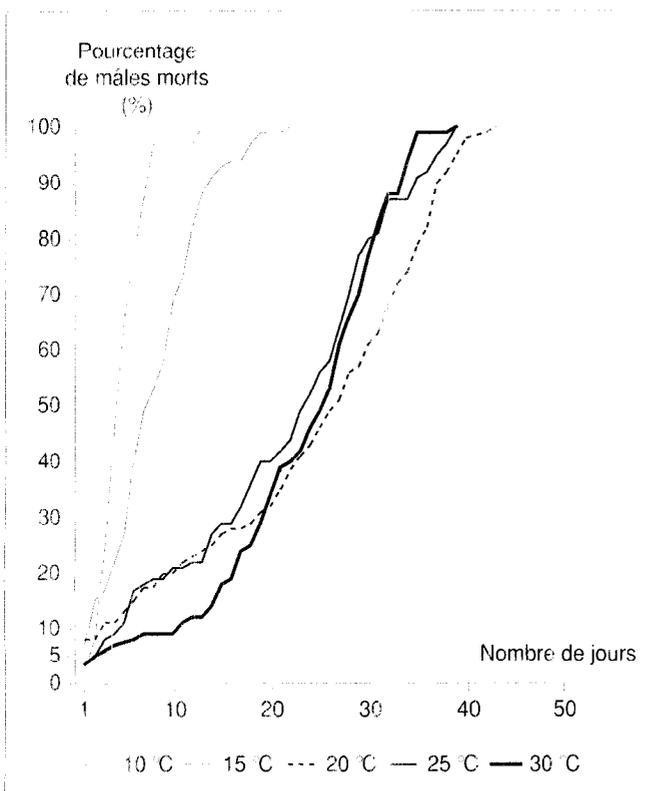


Figure 1. Influence des températures (10, 15, 20, 25, 30 °C) sur la longévité des mâles d'*O. dissitus*.

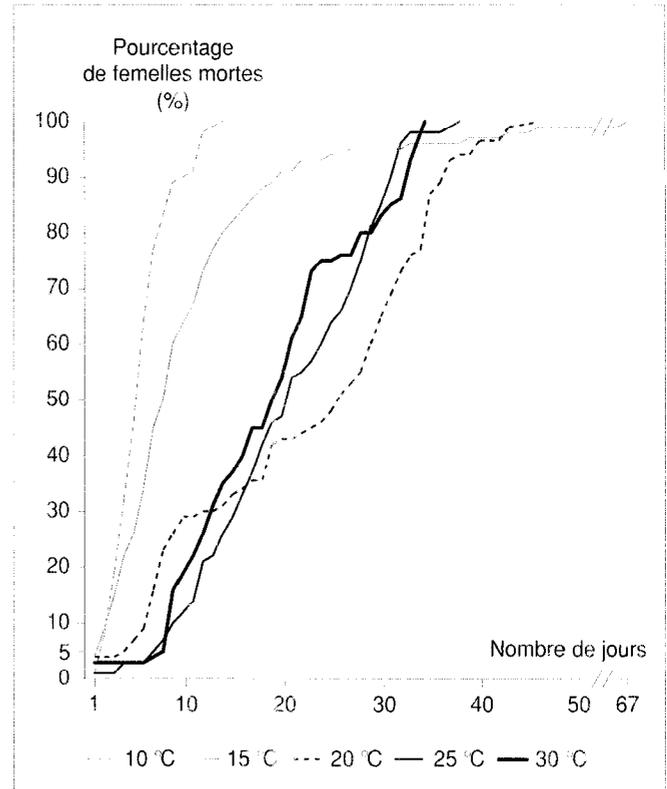


Figure 2. Influence des températures (10, 15, 20, 25, 30 °C) sur la longévité des femelles d'*O. dissitus*.

Cependant, les températures comprises entre 25 et 30 °C permettent aussi une croissance normale de l'espèce. Au contraire, les températures basses, 10 et 15 °C, sont préjudiciables.

Le comportement des adultes d'*O. dissitus* à des températures comprises entre 20 et 30 °C semble confirmer l'appartenance de cette espèce à la partie sud de la région holartique (WHARTON, 1984).

### Mortalité des pupes parasitées, sex-ratio des adultes

Les températures basses ne conviennent pas pour le stockage des pupes parasitées par *O. dissitus* (tableau I). A 10 °C, la quasi-totalité (99,6 %) n'écloît pas. A 15 °C, la mortalité atteint 48,8 %, alors que, aux températures comprises entre 20 et 30 °C, elle est plus faible : 17,6 % à 20 °C, 20,6 % à 25 °C, 21 % à 30 °C.

La température a donc un effet sur le taux de mortalité des pupes. Comme au stade adulte, les températures basses (10 et 15 °C) sont préjudiciables à la survie préimaginale de l'espèce, alors que la mortalité varie peu de 20 à 30 °C.

En revanche, la température n'influe pas significativement sur le sex-ratio des adultes éclos. En effet, quelle que soit la température, il se maintient aux alentours de 1 : 0,8 à 15 °C, 1 à 25 °C, 1,1 à 30 °C et 1,2 à 20 °C.

Tableau III. Influence du parasitisme d'*O. dissitus* sur le pourcentage de mortalité des pupes de *L. trifolii*.

Température (°C)	Traitement	Nombre de pupes utilisées	Nombre de pupes mortes	Taux de mortalité (%)	Test par rapport au témoin
20	P	10 939	3 925	35,9 (0,641)	**
	T	6 583	1 289	19,6 (0,445)	
25	P	29 516	9 512	32,2 (0,603)	**
	T	14 496	2 681	18,5 (0,440)	
30	P	22 266	5 323	23,9 (0,508)	*
	T	5 783	1 004	17,4 (0,424)	

Total pour les huit répétitions, un essai par température.

P : pupes de *L. trifolii* parasitées par *O. dissitus* ; T : témoin (pupes de *L. trifolii* non parasitées).

\* Significatif au seuil de 5 % ; \*\* Significatif au seuil de 1 %.

Les taux de mortalité ont été comparés après transformation Arcsin  $\sqrt{x}$ . Les résultats entre parenthèses sont les valeurs transformées.

15 jours à 20 °C et 16 à 30 °C. La production des femelles est également plus importante : 3 037 individus à 25 °C, 1 968 à 20 °C, 1 614 à 30 °C.

La production totale d'adultes varie de la même manière : similaire à 20 °C et 30 °C, soit 3 797 et 4 077 individus, elle double à 25 °C (9 124 individus).

En revanche, le sex-ratio est plus important à 20 °C (1,1) qu'à 25 °C (0,5) et même 30 °C (0,7).

Il est possible que l'accouplement soit favorisé à 20 °C plutôt que de 25 à 30 °C du fait de l'origine géographique de l'espèce.

La température de 25 °C semble simuler suffisamment les femelles pour une ponte optimale ; 30 °C est une température trop élevée, qui se rapproche du seuil léthal.

### Surparasitisme

Au cours des manipulations, on observe dans les lots de pupes mis en présence de femelles d'*O. dissitus* qu'un certain nombre ne donne pas de *L. trifolii* (cas des pupes non parasitées) ni d'*O. dissitus* (cas des pupes parasitées). Ce pourcentage de mortalité des pupes saines et parasitées est sensiblement supérieur à celui du témoin (tableau III).

Cette différence existe à toutes les températures étudiées. Le pourcentage de mortalité est plus important à 20 °C (augmentation de 16,3 %) qu'à 30 °C (+ 6,5 %). A 25 °C, la mortalité est supérieure de 13,7 % à celle du témoin.

A la suite de ces observations, nous avons disséqué des pupes de *L. trifolii* parasitées par des femelles d'*O. dissitus* depuis 48 heures. Dans la majorité des cas, elles possèdent chacune 1 ou 2 œufs. Nous avons observé jusqu'à 5 œufs par pupes, ou des œufs et des larves, jusqu'à 3 individus. Le surparasitisme est fréquent. Plusieurs femelles du parasitoïde peuvent pondre successivement dans la même larve de *L. trifolii*.

Après compétition entre les larves, chaque pupes donne naissance à un adulte d'*O. dissitus*. Deux cas sont possibles :

- la larve qui subsiste après compétition se développe et donnera un adulte ;
- aucune larve ne prend le dessus et toutes succombent plus ou moins vite avant la mue imaginale.

Ce phénomène implique l'apport d'un nombre suffisant de larves à parasiter afin d'éviter le surparasitisme lors des élevages de masse.

### Conclusion

Les élevages d'*O. dissitus* Muesebeck à différentes températures permettent d'établir que tous les stades — larvaire, nymphal et adulte — cessent d'avoir une activité biologique normale en dessous de 20 °C.

Il semble que l'accouplement s'effectue dans les meilleures conditions à 20 °C : la production de femelles par rapport à celle des mâles est alors la plus forte. Le rendement maximal de l'élevage est obtenu à 25 °C. A 30 °C, température plus proche du seuil léthal, la production diminue.

Le surparasitisme est indépendant des températures. Les femelles sont incapables de reconnaître une larve de *L. trifolii* (Burgess) déjà parasitée. Toutefois, on peut conclure de cette étude qu'*O. dissitus* est un agent de lutte contre *L. trifolii* qu'il serait intéressant de tester sous des climats de type subtropical ou tropical.

Reçu le 20 décembre 1990.

Accepté le 6 avril 1992.

## Références bibliographiques

- BORDAT D., ROBERT P., RENAND M., 1988. Sensibilité de *Liriomyza trifolii* (Burgess) et *L. sativae* Blanchard (Diptera, Agromyzidae) à onze souches de champignons entomopathogènes. L'Agron. Trop., 43 (1) : 68-73.
- COMMONWEALTH INSTITUTE OF ENTOMOLOGY, CHE., 1984. *Liriomyza trifolii* (Burgess) Diptera Agromyzidae. Distribution maps of pests Series A (Agricultural), n° 12.
- COLY E.V., 1984. La mouche mineuse des cultures maraîchères, *Liriomyza trifolii* (Burgess), au Sénégal. Projet FAO/TCP/SEN/2202. CDH. 32 p.
- HENDRIKSE A., ZUCCHI R., VAN LENTEREN J.C., WOETS J., 1980. *Dacnusa sibirica* Telenga and *Opius pallipes* Wesmael (Hym., Braconidae) in the control of the tomato leafminer *Liriomyza bryoniae* Kalt. Bulletin SROP, 3 (3) : 83-98.
- JOHNSON M.W., 1979. Insect pest management strategies for control of *L. sativae* Blanchard (Diptera, Agromyzidae) on pole tomatoes in Southern California. PhD. University of California, Riverside, 126 p.
- KEIL C.B., PARRELLA M.P., MORSE J.G., 1985. Method for monitoring and establishing baseline data for resistance to permethrin by *Liriomyza trifolii* (Burgess). J. Econ. Entomol., 78 (2) : 419-422.
- LE ROUX-NIELSEN C., BORDAT D., 1989. Influence de l'abamectine sur deux espèces d'entomophages parasitoïdes de *Liriomyza trifolii* (Burgess). L'Agron. Trop., 44 (1) : 21-26.
- NEUENSCHWANDER P., MURPHY S.T., COLY E.V., 1987. Introduction of exotic parasitic wasps for the control of *Liriomyza trifolii* (Diptera, Agromyzidae) in Senegal. Trop. Pest Manage., 33 (4) : 290-297.
- PARRELLA M.P., 1983. Evaluations of selected insecticides for control of permethrin-resistant *Liriomyza trifolii* (Diptera, Agromyzidae) on chrysanthemum. J. Econ. Entomol., 76 (6) : 1460-1464.
- PARRELLA M.P., JONES V.P., 1985. Yellow traps as monitoring tools for *Liriomyza trifolii* in chrysanthemum greenhouses. J. Econ. Entomol., 78 (1) : 53-56.
- SAS INSTITUTE INC., 1989. SAS/STAT User's guide, version 6, 4th edition, vol. I, Cary, Etats-Unis, 943 p.
- THIERY A., 1982. Etude de la mouche maraîchère *Liriomyza trifolii* (Diptera, Agromyzidae) à la Réunion. Essai de mise au point d'une lutte intégrée. Mémoire, ENITA, Dijon, 92 p.
- TRUMBLE J.T., 1985. Planning ahead for leafminer control. Calif. Agric., 39 : 7-8.
- VERCAMBRE B., 1980. Etudes réalisées à la Réunion sur la mouche maraîchère, *Liriomyza trifolii* (Burgess). Rev. Agric. Sucrière Ile Maurice, 59 (3) : 147-157.
- WHARTON R.A., 1984. The status of certain Braconidae (Hymenoptera) cultured for biological control programs and description of a new species of *Macrocentrus*. Proceedings of the Entomological Society of Washington, 86 (4) : 902-912.
- WOETS J., VAN DER LINDEN A., 1982. On the occurrence of *Opius pallipes* Wesmael and *Dacnusa sibirica* Telenga (Braconidae) in cases of natural control of the tomato leafminer *Liriomyza bryoniae* Kalt. (Agromyzidae) in some large greenhouses in the Netherlands. Meded. Fac. Landbouwwet. Rijksuniv., 47 (2) : 533-540.
- WOETS J., VAN DER LINDEN A., 1985. First experiments on *Chrysocharis parksii* Crawford (Hymenoptera, Eulophidae) as a parasite for leafminer control *Liriomyza* spp. (Diptera, Agromyzidae) in European greenhouse tomatoes. Meded. Fac. Landbouwwet. Rijksuniv., 50 (2b) : 763-768.

## Summary

D. BORDAT, E.V. COLY, M. DALLE, M. RENAND, P. LETOURMY – **Influence of temperature on parasite and imaginal activity of *Opius dissitus* Muesebeck (Hymenoptera ; Braconidae), a parasite of leaf-mining flies.**

Previously parasitised pupae of *Liriomyza trifolii* (Burgess) and adult *Opius dissitus* Muesebeck specimens were reared at different temperatures. A 20-28°C temperature range appeared to be optimal for growth. *O. dissitus* seems to be well adapted to tropical conditions in spite of its holarctic origin.

**Key words:** parasitoid, *Opius dissitus*, temperature, pest, *Liriomyza trifolii*, biological control.

## Resumen

D. BORDAT, E.V. COLY, M. DALLE, M. RENAND, P. LETOURMY – **Influencia de la temperatura en la actividad parasitaria e imaginal de *Opius dissitus* Muesebeck (Hymenoptera ; Braconidae), parasitoide de moscas minadoras de las hojas.**

Se han realizado crías a distintas temperaturas en pupas de *Liriomyza trifolii* (Burgess) previamente parasitadas así como en adultos de *Opius dissitus* Muesebeck. Las temperaturas comprendidas entre 20 y 28 °C parecen facilitar su óptimo desarrollo. *O. dissitus* parece adaptarse bien a las condiciones tropicales a pesar de su origen holártico.

**Palabras-clave :** parasitoide, *Opius dissitus*, temperatura, plaga, *Liriomyza trifolii*, lucha biológica.